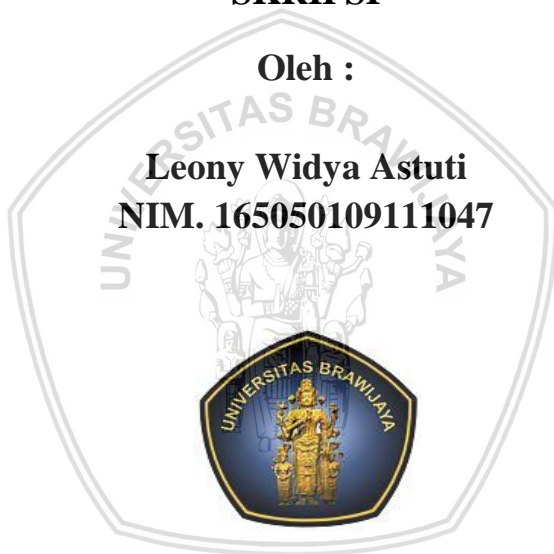


**PENGARUH VOLUME AIR
PENCUCIAN TERHADAP KUALITAS
FISIKOKIMIA LILIN LEBAH
*Apis mellifera***

SKRIPSI

Oleh :

**Leony Widya Astuti
NIM. 165050109111047**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

**PENGARUH VOLUME AIR
PENCUCIAN TERHADAP KUALITAS
FISIKOKIMIA LILIN LEBAH
*Apis mellifera***

SKRIPSI

Oleh :

**Leony Widya Astuti
NIM. 165050109111047**

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas
Peternakan Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

repository.ub.ac.id

**PENGARUH VOLUME AIR PENCUCIAN
TERHADAP KUALITAS FISIKOKIMIA LILIN
LEBAH
*Apis mellifera***

SKRIPSI

Oleh :
Leony Widya Astuti
NIM. 165050109111047

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana
Pada Hari/Tanggal 02 Agustus 2018

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Mustakim, MP

NIP. 19580604 198703 1 002

Dosen Penguji

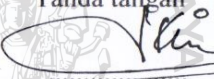
Prof. Dr. Ir. Luqman Hakim, Ms

NIP. 19501213 198002 1 002


Firman Jaya, S. Pt, MP

NIP. 19820308 201012 1 001

Tanda tangan Tanggal

 14-08-2018

 06-08-2018

 06-08-2018

Mengetahui :

Dekan Fakultas Peternakan

Universitas Brawijaya


Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS

NIP. 19620403 198701 1 001



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Padang Gelugur, Pasaman, Sumatera Barat pada tanggal 03 Agustus 1994. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Syafri dan Ibu Masdinar. Pendidikan dasar dimulai di SD 20 Makmur Padang Gelugur dari tahun 2000 sampai tahun 2006. Pendidikan lanjutan tingkat pertama ditempuh di MTsN Lubuk Sikaping dimulai dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2009. Penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Lubuk Sikaping pada tahun 2009 dan diselesaikan pada tahun 2012.

Pada tahun 2012 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Keahlian Paramedik Veteriner Program Diploma Institut Pertanian Bogor melalui Ujian Seleksi Masuk IPB (USMI). Pada tahun 2015 penulis diterima pekerjaan di Klinik Hewan My Vets Jakarta selatan. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Perguruan Tinggi di Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya Jurusan Teknologi Hasil Ternak, melalui jalur SAP (Seleksi Alih Program) pada tahun 2016.

Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapang (PKL) di Taman Marga satwa Kinantan, Bukittinggi pada tahun 2013. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapang di *Erif farm* Cisarua, Bogor pada tahun 2015. Penulis juga melaksanakan PKL di Klinik Hewan My Vets di Jakarta Selatan pada tahun 2015 dan di Peternakan Putra Perdana Chicken pada tahun 2015.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberi kesehatan dan kemudahan dari setiap masalah yang dihadapi sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik. Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata satu (S-1) Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis juga sangat berterima kasih kepada :

1. Bapak Syafrî dan Ibu Masdinar, selaku orang tua atas doa dan dukungannya baik secara moril maupun materiil.
2. Dr. Ir. Mustakim, MP., selaku Pembimbing atas saran dan bimbingannya.
3. Prof. Dr. Ir. Luqman Hakim, Ms dan Firman Jaya, S. Pt, MP., selaku dosen penguji yang telah memberikan perbaikan dan saran pada saat ujian.
4. Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS., selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
5. Dr. Agus Susilo, S.Pt, MP., selaku Ketua Program Studi Peternakan yang telah banyak membina kelancaran proses studi.
6. Dr. Ir. Sri Minarti, MP., selaku Ketua Jurusan Peternakan yang telah banyak membantu dalam proses kelancaran studi
7. Dr. Ir. Mustakim, MP., selaku Koordinator Bidang Minat Teknologi Hasil Ternak yang telah banyak membantu kelancaran proses studi
8. PT Kembang Joyo yang telah memberikan kesempatan dan bantuan bahan penelitian.

9. Ibu Dewi dan keluarga yang telah bersedia memberikan ilmu, waktu, informasi, dan lokasi selama penelitian berlangsung.
10. Laboran Fakultas Peternakan Universitas Islam Malang dan Laboran Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah banyak membantu selama kegiatan penelitian.
11. Sahabat dan rekan tim penelitian Rizqi Amaliyah Hafiz, A.Md dan Arina Fadhila, A.Md. serta teman-teman yang telah memberikan bantuan, motivasi, dukungan, saran, dan kritik selama pelaksanaan seminar, penelitian, hingga akhir penulisan skripsi ini.

Semoga karya yang penulis tulis dapat bermanfaat bagi pembacanya, “Aamiin”.

Malang, Agustus 2018

Penulis

EFFECT OF VOLUME OF WASHING WATER, ON THE PHYSICOCHEMICAL QUALITY OF BEESWAX FROM *Apis mellifera*

Leony Widya Astuti¹⁾, Mustakim²⁾

1) Student of Faculty of Animal Husbandry, Brawijaya University

2) Lecture of Faculty of Animal Husbandry, Brawijaya University

E-mail : Widyaleony@gmail.com

ABSTRACT

The research was aimed to determine the effect of water wash volume on rendement, texture, wax burn time, moisture content and fat content of *Apis mellifera* beeswax. Material that used were *Apis mellifera* beeswax, water for analysis. Method of this research was experimental method by used Completely Randomized Design with 4 treatments and 4 replications. Data analysis was used analysis of variance (ANOVA) method and followed by Duncan's Multiple Range Test if there was significant effect. The experiment used different water volumes and four replications in each treatments were (200 g hive + 200 ml water volume), (200 g hive + 400 ml water volume), (200 g hive + water volume 600 ml), (200 g hive + water volume 800 ml). The results showed that the influence of water volume in beeswax significantly influenced the wax burn time. But treatments did not significantly influenced rendement, texture, water content, and fat content. The best treatments of the using 200 g hive and 800 ml water volume.

Keywords : *Apis mellifera* beeswax, fat content, moisture content, rendement, texture, wax burn time.

PENGARUH VOLUME AIR PENCUCIAN TERHADAP KUALITAS FISIKOKIMIA LILIN LEBAH

Apis mellifera

Leony Widya Astuti¹⁾, Mustakim²⁾

1. Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

2. Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

E-mail : Widyaleony@gmail.com

RINGKASAN

Lilin lebah (*beeswax*) merupakan salah satu produk hasil ternak lebah pekerja yang berumur 12 hari atau lebih, dihasilkan saat kelenjar lilin lebah pekerja yang terletak diantara segmen ke-4 dan ke-7 pada permukaan bawah abdomen berkembang. Lilin diproduksi dikelenjar lilin selama fase pertumbuhan koloni lebah, dibawah kondisi iklim sedang. Lilin lebah murni didapat dari sarang lebah yang telah diolah. Sarang lebah berfungsi sebagai tempat penyimpanan madu, serbuk sari, larva, dan juga berfungsi sebagai jaring komunikasi untuk koloni lebah madu. Produk mentah untuk pembuatan lilin lebah murni adalah semua jenis sarang, baik sarang baru maupun sarang yang sudah lama.

Penelitian dilaksanakan mulai dari tanggal 10 April sampai 25 Juni 2018. Pengujian rendemen, tekstur, waktu bakar dan kadar air dilakukan di Laboratorium Fakultas Peternakan Universitas Islam Malang. Pengujian kadar lemak dilakukan di Laboratorium Teknonologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah lilin lebah dari lebah *Apis mellifera*, sebanyak 1 kg yang diperoleh dari peternakan lebah Kembang Joyo yang berlokasi di Jl Raya Karang No 101, Bonowarih Karangploso, Malang.

Metode yang digunakan adalah metode percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian menggunakan 4 perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan yang diberikan terdiri dari P1 (sarang lebah 200 g + Air 200 ml), P2 (sarang lebah 200 g + Air 400 ml), P3 (sarang lebah 200 g + Air 600 ml), P4 (sarang lebah 200 g + Air 800 ml). Variabel yang diukur adalah rendemen, tekstur, waktu bakar, kadar air dan kadar lemak. Analisis data yang digunakan adalah analysis of variance (ANOVA), jika terjadi perbedaan pengaruh perlakuan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan's (UJBD).

Hasil penelitian terhadap fisikokimia lilin lebah dari nilai tertinggi hingga terendah antara lain: nilai rendemen lilin lebah dari nilai tertinggi hingga terendah yaitu P4 (37,25%), P2 (35,25%), P3 (34,875%) dan P1 (34,5%); nilai tekstur lilin lebah yaitu P4 (2,00), P3 (1,93), P2 (1,92), dan P1 (1,90); nilai waktu bakar lilin lebah yaitu P4 (7,86 menit/cm³), P3 (7,10 menit/cm³), P2 (6,60 menit/cm³), dan P1 (6,31 menit/cm³); nilai kadar air lilin lebah yaitu P1 (47,5%), P2 (46,25%) P3 (43,75%), dan P4 (42,5%); nilai kadar lemak lilin lebah yaitu P4 (89,5%), P2 (88,5%), P1 (88,25%), dan P3 (87%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh volume air pencucian terhadap waktu bakar pada lilin lebah memberikan respon yang berbeda dengan perlakuan lainnya. Pengaruh volume air pencucian pada lilin lebah tidak memberikan respon yang berbeda pada setiap perlakuan terhadap uji rendemen, tekstur, kadar air dan kadar lemak.

Kesimpulan dari penelitian adalah volume air pencucian dengan menggunakan sarang sebanyak 200 g dan volume air 800 ml merupakan perlakuan terbaik dan mempunyai waktu bakar yang lama. Saran sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan menggunakan pengaruh volume air pencucian terhadap asam lemak lilin dan perlunya penelitian menggunakan metode lain seperti metode kimia dan tenaga listrik.



DAFTAR ISI

Isi	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRACT	v
RINGKASAN	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Kegunaan	3
1.5 Kerangka Berfikir	4
1.6 Hipotesis	8
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Lebah <i>Apis mellifera</i>	9
2.2 Lilin Lebah	11
2.3 Bahan Pencucian	18
2.4 Fisikokimia Lilin Lebah	19
2.4.1 Rendemen	20
2.4.2 Tekstur	20
2.4.3 Waktu Bakar Lilin	22
2.4.4 Kadar Air	23
2.4.5 Kadar Lemak	24

BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	27
3.2 Materi Penelitian	27
3.3 Metode Penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian	28
3.5 Variabel Penelitian	30
3.6 Analisis Data	30
3.7 Batasan Istilah	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Volume Air terhadap Rendemen	33
4.2 Pengaruh Volume Air terhadap Tekstur	36
4.3 Pengaruh Volume Air terhadap Waktu Bakar Lilin	38
4.4 Pengaruh Volume Air terhadap Kadar Air	41
4.5 Pengaruh Volume Air terhadap Kadar Lemak ...	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

49

LAMPIRAN

55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Lilin Lebah	25
2. Pengaruh volume air terhadap rendemen, tekstur, waktu bakar, kadar air dan kadar lemak lilin lebah <i>Apis mellifera</i>	33



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pikir	7
2. Lebah <i>Apis mellifera</i>	11
3. Lilin lebah (<i>Beeswax</i>)	18
4. Skema Prosedur Penelitian	29
5. Grafik Rendemen lilin lebah <i>Apis mellifera</i>	34
6. Grafik Tekstur lilin lebah <i>Apis mellifera</i>	37
7. Grafik Waktu Bakar lilin lebah <i>Apis mellifera</i>	39
8. Grafik Kadar Air lilin lebah <i>Apis mellifera</i>	42
9. Grafik Kadar Lemak lilin lebah <i>Apis mellifera</i>	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Rendemen, Tekstur, Waktu Bakar, Kadar Air, dan Kadar Lemak	55
2. Perhitungan Statistik Rendemen lilin lebah (<i>Apis mellifera</i>)	58
3. Perhitungan Statistik Tekstur lilin lebah (<i>Apis mellifera</i>)	60
4. Perhitungan Statistik Waktu Bakar lilin lebah (<i>Apis mellifera</i>)	63
5. Perhitungan Statistik Kadar Air lilin lebah (<i>Apis mellifera</i>)	66
6. Perhitungan Statistik Kadar Lemak lilin lebah (<i>Apis mellifera</i>).....	68
7. Kusioner Tekstur	70
8. Dokumentasi Penelitian	71

DAFTAR SINGKATAN

Anova	: <i>Analisis Of Varian</i>
cm	: Centimeter
C	: Celcius
F	: Fahrenheit
dkk	: dan kawan – kawan
g	: Gram
L	: Liter
ml	: Mili Liter
RAL	: Rancangan Acak Lengkap



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lebah merupakan salah satu hewan kelompok serangga yang hidup secara berkoloni dan membentuk kelompok sosial. Indonesia merupakan negara yang kaya akan keanekaragaman spesies lebah madu. Menurut Hadisoesilo (2001) spesies lebah di Indonesia terdiri dari *Apis andreniformis*, *dorsata*, *Apis cerana*, *Apis koschevnikovi*, *Apis nigrocincta*, dan *Apis florea*. Spesies lebah yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah *Apis mellifera*, *Apis cerana* dan *Trigona sp.* Menurut Sarwono (2007) lebah dibedakan menjadi tiga famili, yaitu famili *Bombidae* yang penghasil madunya sedikit, namun sangat penting sebagai penyerbuk tumbuh-tumbuhan. Famili *Melinoponidae* termasuk jenis lebah yang tidak bersengat dan menghasilkan madu dengan jumlah sedikit. Terakhir famili *Apidae* merupakan jenis lebah penghasil madu sejati. Genus *Apis* termasuk genus penghasil madu dan lilin terbanyak. Salah satu jenis *Apis* yang banyak menghasilkan madu dan lilin adalah *Apis mellifera*.

Lebah *Apis mellifera* mampu menghasilkan madu 45 kg per tahun. Hasil madu yang banyak akan menghasilkan produksi lilin yang banyak. Lebah adalah serangga yang mempunyai banyak manfaat, baik manfaat secara langsung maupun tidak langsung. Manfaat langsung yang diperoleh yaitu berupa produk yang dihasilkan seperti madu, *royal jelly*, propolis, *bee pollen*, *bee brood* dan lilin. Madu, *royal jelly*, propolis, *bee pollen*, *bee brood* dimanfaatkan dibidang kesehatan, kecantikan, sedangkan lilin dimanfaatkan untuk kosmetik, farmasi, malam batik, teknik dan industri (Sarwono,

2007). Tingginya kesadaran masyarakat akan pentingnya hidup sehat serta tuntutan hidup yang lebih ramah lingkungan, sehingga banyak masyarakat mengkonsumsi kebutuhan primer dari bahan-bahan alami. Tidak hanya kebutuhan primer saja, untuk kebutuhan sekunder masyarakat juga menggunakan produk dari bahan-bahan alami. Masyarakat menyadari bahwa bahan alami lebih baik dari pada bahan sintesis. Sehingga permintaan bahan alami menjadi meningkat dan mempunyai nilai jual yang tinggi. Salah satu bahan alami yang dapat dimanfaatkan masyarakat untuk kebutuhan primer dan sekunder adalah lilin lebah (*beeswax*).

Lilin lebah (*beeswax*) merupakan salah satu produk hasil ternak lebah pekerja yang berumur 12 hari atau lebih, dihasilkan saat kelenjar lilin lebah pekerja yang terletak diantara segmen ke-4 dan ke-7 pada permukaan bawah abdomen yang sudah berkembang. Lilin lebah terbentuk tidak seperti memproduksi madu yang mana lebahnya mendatangi bunga melainkan lilin terbentuk dengan cara meminum madu dan memakan tepung sari sebanyak-banyaknya, kemudian madu dan tepung sari diolah didalam kelenjar lebah pekerja yang terletak dibawah abdomen (Sarwono, 2007). Pengolahan lilin lebah di Indonesia masih kurang diperhatikan. Kebanyakan peternak lebah di Indonesia mengolah lilin lebah menjadi pondasi sarang lebah. Sedangkan lilin lebah memiliki manfaat yang banyak dan nilai jual yang tinggi setelah diolah menjadi sebuah produk organik.

Penggunaan metode dalam pengolahan lilin lebah akan mempengaruhi kualitas lilin lebah yang dihasilkan. Pengolahan lilin lebah dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode pencairan dan metode kimia (Bogdanov, 2016). Dalam metode pencairan dibagi lagi menjadi berapa metode

yaitu ada yang menggunakan air mendidih, uap, tenaga listrik dan tenaga surya. Para peternak di Indonesia umumnya mengolah lilin menggunakan metode pencairan air mendidih, yaitu menggunakan bahan pencucian berupa air, yang akan memisahkan antara lilin dan kotorannya. Lilin yang terbentuk akan mengapung ke atas sedangkan kotorannya di bawah permukaan.

Metode pencairan dengan air mendidih merupakan metode yang paling sederhana dan mudah dilakukan dibandingkan dengan metode yang lain. Metode ini menggunakan bahan berupa air. Air merupakan sumber kehidupan dan mudah didapatkan. Air memiliki banyak sifat kimia dan fisik yang membuatnya berguna untuk sel dan organisme. Belum ada penelitian yang melakukan pengaruh volume air pencucian terhadap lilin yang terbentuk. Diperlukannya penelitian untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh volume air pencucian terhadap fisikokimia lilin lebah (*Apis mellifera*).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana penggunaan volume air pencucian terhadap fisikokimia lilin lebah *Apis mellifera*.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh volume air pencucian terhadap fisikokimia lilin lebah *Apis mellifera*.

1.4 Kegunaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi dan kajian ilmiah tentang lilin lebah *Apis mellifera*.

1.5 Kerangka Berfikir

Lebah madu adalah serangga atau insekta yang hidup berkoloni dan serangga sosial, dalam suatu koloni, terdiri dari 3 (tiga) strata yaitu lebah ratu, lebah pekerja dan lebah jantan. Setiap koloni hanya ada satu ratu (*queen*), sisanya berupa lebah jantan dan lebah pekerja. Ketiga kasta lebah dapat dibedakan dengan jelas dari ukuran tubuh, yang paling besar adalah ratu, kemudian jantan dan yang paling kecil adalah lebah pekerja. Masing masing kasta tersebut memiliki tugas yang berbeda-beda sesuai dengan fungsi dan anatomi tubuhnya.

Lebah terdiri dari berbagai macam spesies ada yang sudah dibudidayakan dan ada yang belum dibudidayakan. Spesies lebah madu yang dikenal dan paling luas penyebarannya adalah *Apis mellifera*. Kemampuannya memproduksi madu yang sangat tinggi sehingga banyak dibudidayakan. Lebah *Apis mellifera* didatangkan ke Indonesia sejak tahun 1877, sebanyak 14 koloni. Budidaya lebah madu secara modern diperkenalkan kepada masyarakat Indonesia sejak tahun 1971 (Apriari_Pramuka, 2003).

Perkembangan lebah *Apis mellifera* di Indonesia semakin meningkat, hampir semua peternak di Indonesia mengembangkan dan membudidayakan lebah impor ini. Selain penghasil madu yang banyak, lebah ini tidak terlalu agresif dan kurang suka bermigrasi sehingga memudahkan peternak dalam pemeliharannya. Lebah tidak hanya menghasilkan madu saja. Terdapat berbagai macam produk lebah yaitu propolis, *royal jelly*, *pollen*, *bee brood*, *bee venom*, dan lilin lebah. Semua hasil ternak lebah dapat dimanfaatkan, untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Banyaknya madu yang diproduksi dari lebah *Apis mellifera* mengakibatkan banyaknya lilin lebah yang dihasilkan. Lilin lebah merupakan salah satu produk yang dihasilkan oleh lebah pekerja dan disekresikan oleh kelenjar lilin yang terdapat pada bagian bawah abdomen lebah. Lilin lebah dihasilkan oleh lebah pekerja melalui proses kimia, yang mana lebah pekerja terlebih dulu memakan madu dan memakan tepung sari sebanyak-banyaknya, untuk menghasilkan lilin 1 kg, diperlukan 12 kg nektar atau 4 kg madu (Sarwono, 2007).

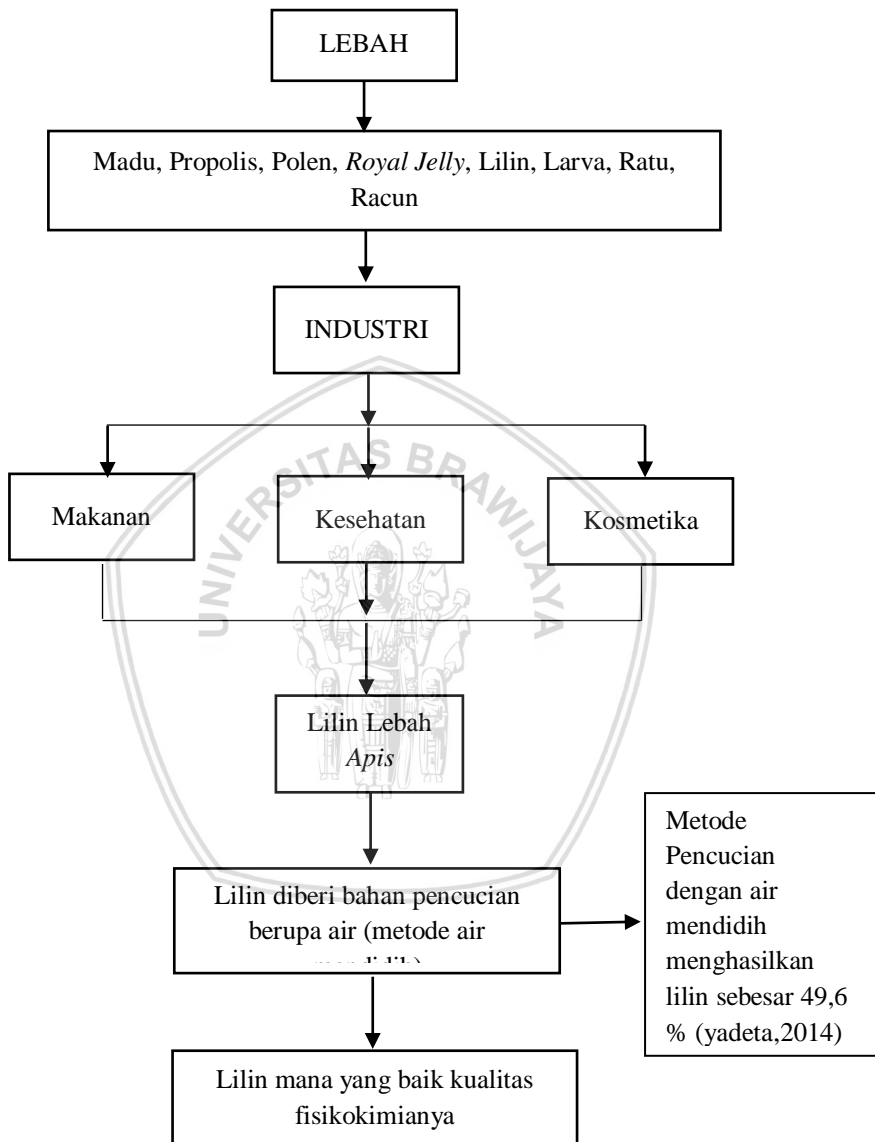
Lilin lebah sangat banyak manfaatnya bagi kehidupan, biasanya lilin ini diolah menjadi sebuah produk-produk organik seperti, lilin aromaterapi, kosmetik, farmasi, *edible film* dan lain-lain. Sebagian peternak mengelola lilin menggunakan metode pencairan yaitu dengan menggunakan bahan pencucian berupa air. Menurut Bogdanov (2016), komposisi dari lilin lebah yaitu monoester 35%, diester 14 %, triester 3 %, hidroksi monoester 4 %, hidroksi poliester 8 %, asam ester 1 %, asam poliester 2 %, hidrokarbon 14 %, asam bebas 12 %, alkohol 1 % dan lain-lain 6 %. Pengolahan lilin lebah dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode pencairan dan metode kimia. Metode pencairan terdiri dari beberapa metode yaitu metode menggunakan air mendidih, uap, tenaga listrik dan tenaga surya.

Lilin yang dihasilkan oleh lebah memiliki kualitas yang bagus, bertekstur lembut, dan sangat akrab dengan lingkungan (Nilotama, 2014). Menurut Veronika (2017) lilin lebah ini biasa dikatakan lilin organik karena tidak mengeluarkan asap hitam, aman bagi penderita asma, dan mempunyai kelebihan lain yakni tidak mudah patah serta lebih tahan lama dibandingkan lilin lain ketika dibakar. Lilin ini juga

bermanfaat sebagai aroma terapi karena berbau khas dan beraroma tanam-tanaman.

Menurut Yadeta (2014), dalam penelitiannya menyatakan bahwa lilin lebah yang diolah dengan menggunakan metode yang berbeda akan menghasilkan persentase yang berbeda. Metode air mendidih menghasilkan lilin sebesar 49,6 % sedangkan menggunakan metode sinar matahari menghasilkan lilin sebesar 26,4%. Persentase rata-rata lilin lebah murni yang dihasilkan dari sarang lebah adalah 73,6%. Jumlah lilin murni yang didapatkan dipengaruhi oleh umur sarang, proporsi kotoran yang ada didalam sarang dan metode pengolahan yang dilakukan. Pengolahan lilin biasanya dilakukan dengan metode pencairan dengan menggunakan air mendidih.

Metode pencairan dengan air mendidih sangat mudah, sederhana dan persentase lilin yang didapatkan sangat tinggi. Bahan yang digunakan dalam metode ini berupa air, dengan perbandingan 1:1. Air merupakan sumber kehidupan, peran air dalam kehidupan sangat penting, baik dibidang pertanian, peternakan, industri, dan lain-lain. Air memiliki banyak sifat kimia dan fisik yang membuatnya berguna untuk sel dan organisme. Tingginya persentase lilin murni yang didapatkan dengan metode air mendidih (pencucian dengan air) dibandingkan dengan metode sinar matahari, sehingga perlu dilakukan penelitian adakah pengaruh volume air pencucian terhadap fisikokimia lilin lebah *Apis mellifera*.



Gambar 1. Skema kerangka pikir

1.6 Hipotesis

Penggunaan volume air pencucian yang semakin banyak dapat meningkatkan kualitas fisikokimia lilin lebah *Apis mellifera*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lebah *Apis mellifera*

Lebah merupakan serangga penghasil madu yang hidup secara berkoloni, didalam satu koloni, lebah dapat menghasilkan 30 – 40 kg madu per tahun. Nilai ekonomi lebah, sebagai penghasil madu dan lilin sangat tinggi (Sarwono, 2007). Indonesia termasuk wilayah yang sangat cocok untuk mengembangkan dan membudidayakan lebah karena Indonesia kaya akan keragaman tanaman dan bunga. Peternakan lebah di Indonesia sudah dikenal sejak tahun 1877 dan mulai dibudidayakan pada tahun 1971. Salah satu jenis lebah yang dibudidayakan di Indonesia adalah *Apis mellifera*. Lebah ini termasuk dalam genus *Apis* dan spesies *Apis mellifera*.

Lebah madu *Apis mellifera* merupakan jenis lebah madu yang berasal dari daerah subtropis, yaitu Benua Eropa. Lebah ini memiliki ukuran 1 ¼ kali lebih besar daripada lebah madu tropika *Apis indica*, yaitu panjang lebah ratu sekitar 1,9 cm, lebah jantan sekitar 1,65 cm, dan lebah pekerja sekitar 1,35 cm. Lebah madu ini memiliki panjang sayap 0,8 - 0,95 cm dan panjang belalai 0,5 - 0,71 cm.

Lebah madu ini memiliki ciri-ciri gelang berwarna kuning dibelakang abdomen (rongga perut yang berisi alat pencernaan). Warna tubuh bervariasi dari coklat gelap sampai kuning hitam. Sifatnya sabar dan selalu menjaga sarangnya agar tetap bersih dan produksi madunya tinggi. Lebah ini telah lama dibudidayakan dan sudah banyak berkembang hampir diseluruh dunia terutama di Indonesia. Secara Alami lebah *Apis mellifera* dapat dibedakan menjadi 5 subspecies.

1. *Apis mellifera ligusta*

Lebah madu ini disebut dengan lebah madu Italia, dengan ciri-ciri memiliki sabuk berwarna kuning pada segmen pertama, kedua, dan ketiga. Panjang sayap lebah ini 0,8 - 0,95 cm, panjang belalai 0,55 - 0,71 cm. Warna tubuh lebah ini bervariasi dari coklat gelap sampai kuning kecokelatan. Lebah jantan berwarna lebih muda, sifatnya sangat aktif. Lebah ini tidak mudah hijrah, asalkan ruangan sarangnya cukup luas.

Lebah ini banyak dternakkan di Eropa, Amerika, dan Australia. Madu yang dihasilkan lebah ini sangat tinggi mencapai 30 - 60 kg per tahun, produksi madu dapat meningkat mencapai 200 kg madu per koloni per tahun apabila dternakkan di daerah yang kaya dengan sumber pakan. Lebah ini di dalam satu koloni terdiri dari 10.000 - 100.000 ekor lebah yang terdiri dari 1 ekor lebah ratu, 200 - 300 pejantan, dan sisanya merupakan lebah pekerja.

2. *Apis mellifera corniola*

Lebah madu ini memiliki ciri-ciri berwarna hitam dengan cincin berwarna pada perutnya dan warna rambut perut agak muda. Lebah ini penghasil madu yang baik di Amerika Serikat, tetapi sifatnya gampang hijrah.

3. *Apis mellifera caucasia*

Lebah madu ini memiliki ciri-ciri berwarna gelap, sifatnya jinak, dan beberapa diantaranya berwarna kuning oranye dibagian perut.

4. *Apis mellifera lehzeni*

Lebah madu ini banyak terdapat di Jerman Utara, dengan ciri-ciri berwarna hijau dengan variasi kuning atau jingga pada perutnya.

5. *Apis mellifera mellifera*

Lebah madu ini dikenal juga dengan lebah madu Belanda terdapat di Belanda dan Perancis, dengan ciri-ciri warna tubuhnya gelap. Produksi madu yang dihasilkan sedang, di Perancis lebah ini banyak menghasilkan madu tetapi sulit dikontrol sedangkan di Belanda mempunyai kecendrungan kuat untuk berpindah-pindah.



Gambar 1. Lebah *Apis Mellifera*

Sumber: Mortensen, Scheml,dan Ellis (2013)

2.2 Lilin Lebah

Lilin diproduksi dikelenjar lilin selama fase pertumbuhan koloni lebah, dibawah kondisi iklim sedang. Lilin lebah murni didapat dari sarang lebah yang telah diolah. Sarang lebah berfungsi sebagai tempat penyimpanan madu, serbuk sari, larva, dan juga berfungsi sebagai jaring komunikasi untuk koloni lebah madu. Produk mentah untuk pembuatan lilin lebah murni adalah semua jenis sarang, baik sarang baru maupun sarang yang sudah lama. Kualitas lilin yang didapatkan tergantung jenis sarang yang digunakan. Sarang yang sudah lama atau tua harus dibuat terpisah dengan sarang yang baru. Hal ini dikarenakan sarang yang baru

memiliki kualitas yang lebih bagus dibandingkan dengan sarang lama. Sarang yang sudah lama atau tua mengandung sedikit lilin dan lebih banyak mengandung protein serta sering diserang oleh ngengat lilin (Bogdanov, 2016). Warna sarang lebah yang awalnya kuning akan berubah menjadi cokelat dan hitam. Perubahan warna pada sarang dipengaruhi oleh kotoran larva, kulit pupa dan propolis. Sarang yang berwarna hitam (gelap) merupakan sarang yang sudah lama atau tua yang sudah dipakai lebih kurang 2 sampai 3 tahun dan merupakan sumber infeksi. Sarang tua yang tidak mengandung gula dan madu, segera didaur ulang oleh peternak. Hal ini bertujuan untuk menghindari terserang ngengat lilin, dan jamur yang sering muncul saat penyimpanan. Persentase lilin lebah murni di dalam sarang berbeda-beda, tergantung pada jenis sarangnya. Sarang berwarna kuning (sarang baru) persentase lilin lebah murni sangat tinggi dibandingkan dengan sarang yang lainnya yaitu 86 - 100 %. Sarang berwarna cokelat persentase lilinnya sebesar 60%, sarang hitam-cokelat sebesar 49 % dan yang terendah sarang hitam (sarang tua) sebesar 46 % (Bogdanov, 2016).

Sarang lebah dapat menahan madu sampai 3,8 kg. Lilin yang diperlukan untuk menahan berat ini sebesar 100 g. Setiap skala lilin yang dihasilkan oleh lebah madu beratnya sekitar 1 mg, yang berarti hampir satu juta lebah yang dibutuhkan untuk membuat 1 kg lilin, dan kira-kira 9×10^5 sisik kecil ini diperlukan untuk mencukupi lilin untuk koloni lebah normal (Cramp, 2008). Produksi lilin dalam satu koloni lebah dipengaruhi oleh faktor-faktor yaitu alur nektar, banyak telur, dalam satu koloni hanya terdapat satu ratu dan suhu diatas 15°C mendukung aktivitas pembuatan sarang, dan adanya serbuk sari sebagai sumber protein (Bogdanov, 2016).

Alur nektar pada lebah akan mempengaruhi produksi produk dari lebah. Lebah madu dan tanaman berbunga memiliki hubungan yang saling menguntungkan yaitu tanaman sebagai penyedia pakan lebah berupa nektar dan polen, sedangkan lebah madu melakukan proses polinasi tanaman tersebut. Lebah madu memperoleh pakan nektar dan polen dari bunga tanaman yang dikumpulkan secara kontinyu oleh lebah pekerja. Nektar merupakan cairan manis yang disekresikan oleh kelenjer nektaris tanaman yang dapat berkembang pada bagian bunga, batang dan daun. Nektar dan polen yang dikumpulkan lebah sebagai sumber karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral yang esensial dibutuhkan untuk pertumbuhan, perkembangan, memperbaiki jaringan dan menstimulasi perkembangan kelenjar *hypopharyngea* (Agussalim, Umami, dan Budisatria, 2017). Kurangnya ketersediaan nektar dan polen akan mengakibatkan lebah mati dan kabur dari sarang sehingga mempengaruhi produksi madu, *royal jelly* dan lilin yang dihasilkan. Pakan lebah akan mempengaruhi produksi lilin.

Pakan alternatif sangat diperlukan pada saat musim kemarau atau musim hujan yang terus-menerus. Pakan harus memiliki kalori yang tinggi. Memproduksi produk-produk, lebah harus mengonsumsi pakan yang energi tinggi baik nektarnya ataupun makanan buatannya. Pakan yang memiliki kalori tinggi akan menghasilkan produksi lilin yang tinggi. Penelitian Carrillo, Kadri, Veiga, dan Orsi (2016), menjelaskan bahwa lebah yang diberikan pakan berupa sirup gula menghasilkan produksi lilin yang tinggi dibandingkan dengan lebah yang diberikan pakan berupa sari tebu dan gula. Hal ini dikarenakan analisis fisikokimia sirup gula menunjukkan kalori dan gulanya tinggi dibandingkan dengan

sari tebu dan gula. Lebah membutuhkan energi dari nektar dan pakan buatan untuk memproduksi lilin.

Semakin banyak telur yang diletakkan semakin banyak sel sisir yang dibutuhkan. Dalam satu koloni hanya terdapat satu ratu yang membangun sarang. Lebah ratu satu-satunya lebah petelur seumur hidup. Lebah ratu merupakan mesin petelur untuk menjamin kelestarian koloninya (Sarwono, 2007). Menurut Febriana, Mahajoeno, dan Listyawati (2003) salah satu usaha untuk meningkatkan produksi madu pada peternakan lebah madu adalah dilakukan usaha perbanyakan anggota koloni. Usaha dilakukan dengan cara menaikkan jumlah ratu lebah dan meningkatkan produktivitas ratu (telur ratu). Semakin banyak ratu lebah yang mempunyai produksi telur yang tinggi diharapkan semakin banyak pula madu yang dihasilkan. Sehingga banyaknya madu yang dihasilkan akan meningkatkan produksi lilin.

Faktor lingkungan dapat mempengaruhi produksi lilin. Peternak lebah mengalami penurunan produksi madu disebabkan oleh perubahan lingkungan. Gangguan lingkungan akan mengakibatkan, hilangnya koloni lebah madu, pengeringan sumber air, hilangnya mencari makan tumbuhan dan perubahan iklim. Produksi madu tergantung pada curah hujan, karena curah hujan mempengaruhi perkembangan tanaman bunga. Curah hujan juga menyediakan air minum untuk lebah madu. Menurunnya curah hujan, semakin berkurang lebah mencari nektar dan air, akibatnya mengarah ke produksi madu yang rendah, sehingga produksi lilin yang dihasilkan sedikit (Nyunza, 2018).

Lilin lebah banyak diproduksi saat suhu meningkat. Menurut Buchwald, Breed, dan Greenberg (2008) lilin yang mereka hasilkan terpapar kondisi lingkungan yang berbeda.

Bumble bee terutama ditemukan di daerah beriklim sedang dan merupakan penyerbuk dominan di Indonesia. Mungkin karena suhu yang rendah dan kurangnya sumber daya di musim dingin, sebagian besar kumbang tidak membangun besar, sarang abadi. Suhu ideal lebah pekerja beraktivitas secara efektif berkisar 10°C hingga 30°C. Suhu dibawah 10°C atau diatas 40°C akan mengganggu aktivitas lebah dan mengurangi pengumpulan madu (Nyunza, 2018).

Lilin lebah dihasilkan oleh lebah pekerja umur 12 hari atau lebih, saat kelenjar lilin lebah pekerja yang terletak diantara segmen ke-4 dan ke-7 pada permukaan bawah abdomen berkembang. Biasanya, kelenjar lilin berkembang penuh pada hari ke-15 setelah lebah muncul dari kepompong. Lilin lebah dihasilkan oleh lebah pekerja melalui proses kimia, yang mana lebah pekerja terlebih dulu meminum madu dan memakan tepung sari sebanyak-banyaknya, untuk menghasilkan lilin 1 kg, diperlukan 12 kg nektar atau 4 kg madu (Sarwono, 2007). Lebah yang diberikan sirup gula selama periode kelangkaan tidak dapat menghasilkan lilin lebah dengan jumlah yang banyak, sehingga dalam memproduksi lilin yang banyak diperlukan nektar dan madu (Yadeta, 2014).

Proses pembuatan lilin di dalam sarang yaitu lebah pekerja bergantung, saling berpegangan, kaki belakang lebah yang satu memegang kaki belakang lebah di depannya, lalu berdiam diri sambil bergantung dan menggerombol di sisir. Setelah itu dari kelenjar lilin (di sebelah dalam ruas tulang dada ketiga, keempat dan kelima) keluar lilin dari bawah abdomen. Lilin yang dikeluarkan dalam keadaan cair, lalu mengental menjadi kepingan kecil. Lebah pekerja membentuk kelompok didalam sarangnya, yang mana

membantu mereka untuk mempertahankan suhu sekitar 35° C (96° F) untuk menghasilkan lilin. Setelah berkelompok selama 24 jam, lilin akan disekresikan (Cramp, 2008).

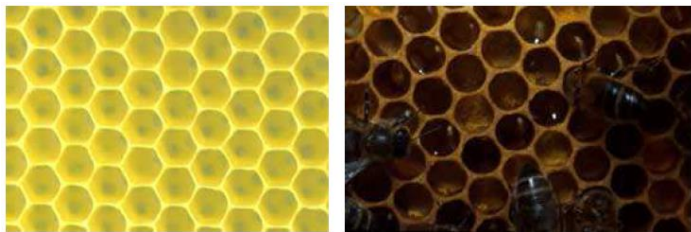
Lilin dimasukkan ke dalam mulut lebah untuk dikunyah dan dibentuk menjadi semacam adonan, kemudian dibawa ke rahang depan untuk membangun sel sarang, selanjutnya lebah pekerja lain memperkuat dinding itu dengan memakai propolis. Sel sarang terbagi menjadi dua bagian yaitu, bagian atas sebagai tempat penyimpanan pakan dan bahan bangunan, sedangkan sel bagian bawah untuk pengeraman telur. Warna lilin lebah yang baru diproduksi berwarna putih, kemudian berubah menjadi kuning, karena dipengaruhi oleh *pollen* dan propolis. Lilin lebah yang dihasilkan akan memiliki bau yang khas yang berasal dari lebah, propolis dan *pollen* (Bogdanov, 2016). Lilin digunakan untuk menutup madu yang matang, bila dicampur dengan beberapa propolis melindungi induk dari infeksi dan pengeringan, digunakan untuk menutup retakan serta melindungi dari benda asing.

Bahan baku utama pembentuk lilin adalah karbohidrat (gula madu, fruktosa, glukosa, sukrosa). Lilin lebah didalam sarang terbagi menjadi dua yaitu lilin bebas dan lilin terikat. Lilin bebas sangat mudah terbentuk hanya memanaskan dengan matahari lilin akan terbentuk. Sedangkan lilin terikat dapat dibebaskan menggunakan ekstrak pelarut (Bogdanov, 2016). Lilin lebih tahan terhadap hidrolisis daripada lemak, membutuhkan suhu yang lebih tinggi dan kondisi basa yang lebih kuat. Lilin alami juga mengandung parafin, asam lemak tak jenuh dan hidroksil, alkohol sekunder dan keton. Mereka tersebar luas di alam. Pada hewan, lilin menutupi permukaan rambut, wol dan bulu, pada tumbuhan

lilin menutupi permukaan batang, daun dan buah. Malam buah biasanya mengandung senyawa siklik dari jenis triterpinoid (Anonim, 2007).

Lilin adalah padatan parafin yang ditengahnya diberi sumbu tali yang berfungsi sebagai alat penerang. Sebagai bahan baku untuk pembuatan lilin adalah parafin padat, yaitu suatu campuran hidrokarbon padat yang diperoleh dari minyak mineral (bumi). Parafin merupakan suatu hidrokarbon yang bentuknya dapat berupa gas tidak berwarna, cairan putih, atau bentuk padat dengan titik cair rendah (Turnip, 2003).

Lilin lebah yang sudah diolah sangat banyak manfaatnya. Para peternak mendaur ulang kembali lilin lebah dan digunakan untuk pondasi sarang lebah. Lilin lebah biasanya dimanfaatkan untuk kosmetik seperti digunakan dalam pembuatan *lipstick*, *lipbalm*, dan *lotion*. Menurut MAAREC (2005) ketika lilin lebah dikombinasikan dengan minyak mineral atau minyak zaitun dan dibuat menjadi pasta atau salep, campuran yang dihasilkan akan menenangkan dan melindungi kulit. Memberikan lapisan yang lembut dan lentur terlindung dari air tetapi dapat dihilangkan dengan sabun. Selanjutnya lilin lebah dimanfaatkan dalam bidang farmasi, yaitu bahan pembuatan plester atau kain pembalut, obat-obatan luar dan pil pelapisan. Manfaat lain lilin lebah adalah sebagai lilin aromaterapi, bahan membatik, campuran tinta, campuran pensil, campuran semir, dan zat pengilat (Sarwono, 2007).



. Gambar 2 Lilin lebah (*beeswax*)

Sumber : Bogdanov (2016)

2.3 Bahan Pencucian (Metode Pencairan Air Mendidih)

Kualitas lilin lebah yang bagus sangat bergantung pada metode pengolahan. Metode pengolahn lilin dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode pencairan dan metode kimia. Metode pencairan adalah prosedur yang paling sering digunakan. Lilin bisa dicairkan dengan air mendidih, dengan uap, tenaga listrik atau tenaga surya. Lilin akan terpisah dengan kotoran lilin, lilin mengapung sedangkan kotoran jatuh dibawah permukaan. Metode yang kedua dengan ekstraksi kimia dengan pelarut. Pelarut lilin yang digunakan adalah bensin dan xilena. Kerugian dari metode ini adalah semua kontaminan lilin organik dan unsur penyusun pupa, propolis dan serbuk sari dilarutkan, dengan demikian kualitas lilin bisa terganggu. Metode ini layak dilakukan hanya di laboratorium, untuk produksi lilin skala kecil (Bogdanov, 2016).

Metode pencairan dengan air mendidih merupakan metode yang sangat sederhana dan mudah. Dalam metode ini akan terjadi pembentukan emulsi antara air dan lilin. Kualitas lilin lebah bisa memburuk dan komposisi alaminya bisa berubah karena pemalsuan dan terlalu panas. Umumnya pemulihan dari sarang lama adalah 50%. Jika lebih banyak sarang baru yang digunakan, bisa menghasilkan persentase

yang lebih tinggi. Sarang yang sudah diolah dan menjadi sisa-sisa, masih mengandung lilin lebah murni sebanyak 30%. Pengambilan lilin dalam sarang yang sudah diolah hanya bisa dengan menggunakan pelarut dikarenakan skala sarang kecil dan kualitas lilin yang akan dihasilkan kurang bagus (Bogdanov, 2016).

Salah satu syarat dalam pemilihan bahan pencucian adalah murah dan mudah diperoleh. Berdasarkan pada kriteria tersebut air memenuhi syarat digunakan sebagai bahan pencucian, karena air sangat mudah diperoleh. Air merupakan sumber kehidupan. Semua air yang terdapat di dalam dan berasal dari sumber-sumber air, baik yang terdapat di atas maupun di bawah permukaan tanah (SNI, 2002). Air memiliki banyak sifat kimia dan fisik yang membuatnya berguna untuk sel dan organisme. Air berinteraksi dengan komponen makanan lainnya dengan cara polar, ikatan hidrogen, dan interaksi hidrofobik. Interaksi ini mengubah sifat air. Air memiliki banyak peran penting dalam bidang pertanian, pangan, dan sains pakan, teknologi, dan teknik. Dalam rantai makanan, air bukan hanya sebuah media untuk reaksi, tetapi juga merupakan bahan aktif yang digunakan untuk mengontrol reaksi, tekstur makanan, dan perilaku fisik dan biologis (Kasaai, 2014).

2.4 Fisikokimia lilin lebah

Kualitas lilin lebah yang bagus dapat dilihat dari sifat fisik dan kimia. Sifat fisik yang diamati berupa rendemen, tekstur, dan waktu bakar. Sedangkan sifat kimia yang diamati berupa kadar air dan kadar lemak yang terkandung di dalam lilin.

2.4.1 Rendemen

Rendemen adalah hasil produk akhir dari proses pengolahan yang dilakukan terhadap bahan. Uji rendemen dilakukan untuk melakukan pengukuran terjadi peningkatan atau penyusutan lilin yang didapatkan. Rendemen juga erat hubungannya dengan komposisi bahan hasil olahan, seperti kadar air, kadar lemak (Sylvi, 1997). Jumlah lilin lebah murni yang dihasilkan dipengaruhi oleh banyaknya kotoran yang terdapat di dalam sarang lebah. Dan tergantung pada kualitas bahan sumber dan teknik yang digunakan dalam pengolahan. Teknik pemanasan yang terlalu tinggi akan mempengaruhi karakteristik fisik dari lilin.

Persentase rata-rata lilin lebah murni dari sarang lebah adalah 73,6%. Menurut Yadeta (2014), dalam penelitiannya menyatakan bahwa lilin lebah yang diolah dengan menggunakan metode yang berbeda akan menghasilkan persentase yang berbeda. Metode air mendidih menghasilkan lilin sebesar 49,6% sedangkan menggunakan metode sinar matahari menghasilkan lilin sebesar 26,4%. Selama proses rendemen suhu pemanasan sangat perlu diperhatikan karena apabila suhu terlalu tinggi akan mempengaruhi struktur lilin.

2.4.2 Tekstur

Tekstur adalah nilai raba pada suatu permukaan, baik itu nyata maupun semu. Suatu permukaan mungkin kasar, halus, keras atau lunak, kasar atau licin. Tekstur merupakan karakter nilai raba yang dapat dirasakan secara fisik dan secara imajiner (Gulendra, 2010). Lilin yang dihasilkan oleh lebah memiliki kualitas yang bagus dibandingkan lilin yang lain. Lilin yang bagus, berwarna kuning kecokelatan. Bau lilin seperti madu (Bogdanov, 2016). Menurut Warth (1956) kekerasan lilin

lebah bervariasi dengan perubahan suhunya. Hal ini dibuktikan dengan penelitiannya pada suhu 10°C, tekstur lilin lebah lebih keras dibandingkan pada suhu 30°C. Suhu yang semakin tinggi akan mempermudah lilin untuk meleleh, sehingga mempengaruhi kekerasan lilin.

Kekerasan lilin lebah dipengaruhi oleh struktur penyusun lilin. Pada lebah *Apis mellifera* penyusun lilinnya menyatu berbeda dengan jenis *Trigona sp.* yang penyusun lilinnya tidak menyatu. Lebah madu Apidae lilinnya dibentuk menjadi satu, sehingga sisirannya berbobot dan tidak tercampur dengan zat asing (Buchwald *et al*, 2007). Lilin lebah mengandung lemak sebesar 96%. Menurut Herlina dan Ginting (2002) lemak hewani pada umumnya berbentuk padat pada suhu kamar, karena kebanyakan lemak hewani mengandung asam lemak jenuh. Kekerasan adalah salah satu ciri khas lilin.

Lilin lebah ini biasa dikatakan lilin organik karena tidak mengeluarkan asap hitam, aman bagi penderita asma, dan mempunyai kelebihan lain yakni tidak mudah patah serta lebih tahan lama dibandingkan lilin lain ketika dibakar. Lilin ini juga bermanfaat sebagai aroma terapi karena berbau khas dan beraroma tanam-tanaman (Veronika, 2017). Lilin lebah memiliki tekstur yang cukup keras (Wijayanti, 2011). Menurut Bogdanov (2016) lilin lebah memiliki stuktur halus, uji kerusakan pada saat patah harus memiliki struktur granular yang halus, tumpul, tidak kristal tidak lengket digigit ketika digigit, ketika dipotong tidak lengket dipisau, titik leleh lilin lebah 63-65°C (145-149°F), titik beku 60-63°C (140-145°F), saponifikasi 87-102 dan berat jenis tidak sampai satu (0,95-0,96).

2.4.3 Waktu Bakar Lilin

Lilin lebah telah digunakan selama ratusan tahun. Lilin ini lambat terbakar dan memiliki aroma alami yang menyenangkan. Menurut Bogdanov (2016) lilin lebah memiliki daya bakar yang lama dibandingkan lilin parafin. Menurut Sandri, Fatimah, Adhani, dan Erlinda (2016) waktu bakar adalah selang waktu yang ditunjukkan daya tahan lilin dibakar sampai habis. Lilin diukur sama rata dengan tinggi 2,5 cm kemudian diletakkan di dalam gelas dan dibakar secara bersama-sama dengan dimulai hitungan waktu menggunakan Stopwatch.

Menurut penelitian Sandri, dkk (2016) waktu bakar lilin lebah aromaterapi berbeda-beda mulai dari kisaran 71 menit sampai 2 jam 6 menit. Waktu bakar yang paling lama adalah lilin lebah tanpa aromaterapi yaitu 126 menit, sedangkan waktu bakar yang paling cepat lilin lebah aromaterapi kamboja dengan penambahan minyak atsiri 3% yaitu rata-rata 71 menit. Waktu bakar yang lama dipengaruhi oleh kepadatan dan kekerasan lilin, lilin yang padat ketika dibakar tidak cepat meleleh. Panas yang dihasilkan akan sulit menembus struktur lilin yang padat dan keras serta melelehkan lilin (Turnip, 2003).

Beberapa faktor yang mempengaruhi waktu bakar lilin dibakar diantaranya letak sumbu apabila letak sumbu terpusat maka lelehan lilin merata dan daya tahan lilin baik. Letak sumbu yang lilin yang agak ke tepi disebabkan oleh kondisi lingkungan saat lilin didinginkan. Adanya angin atau gerakan di atas lilin cair yang sedang didinginkan akan menggeser posisi sumbu lilin dari pusat/tengah cetakan sehingga saat lilin membeku akan terlihat posisi sumbu yang agak ketepi.

Selanjutnya faktor yang mempengaruhi waktu bakar lilin adalah kandungan di dalam lilin dan wadah lilin saat pembakaran. Lilin mengandung 96 % lemak. Lilin lebah memiliki waktu bakar yang lama karena banyak mengandung lemak jenuh yang pada suhu kamar berbentuk padat. Semakin lama waktu bakar menunjukkan semakin lama lilin habis terbakar. Semakin lama waktu bakar yang diperlukan maka kualitas lilin semakin baik (Sandri, dkk 2016).

2.4.4 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter penentu mutu lilin. Kemampuan bakar lilin, juga dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung didalam lilin. Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam suatu sampel sebagai persen bahan kering (Pasaribu, Gusmailina, Pangersa, 2014). Menurut Riyanti (2008), kadar air dalam kayu bakar merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap perilaku api, terutama dalam kecepatan pembakaran dan kemampuan terbakar dari kayu bakar. Semakin tinggi kadar air bahan bakar semakin banyak panas yang diperlukan untuk mengeluarkan air dari bahan bakar. Hasilnya, terjadi penurunan kecepatan pembakaran dan flamabilitas dari bahan bakar tersebut. Oleh karena itu, kadar air sering digunakan dalam prediksi perilaku api.

Kadar air suatu penentu daya simpan lilin, menentukan berapa lama lilin dapat disimpan. Banyaknya kandungan kadar air didalam lilin akan memudahkan mikroorganisme tumbuh dan merusak kualitas dan struktur dari lilin lebah. Kandungan air yang terdapat didalam lilin lebah $< 1\%$ (Bogdanov, 2016).

2.4.5 Kadar Lemak

Semakin tinggi nilai lemak dalam suatu produk maka akan akan semakin tinggi rendemen yang dihasilkan. Pada perebusan, lemak dapat terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak. Lemak merupakan salah satu kelompok yang termasuk golongan lipida. Salah satu sifat yang khas dari golongan lipida (lemak dan minyak) adalah daya larutnya dalam pelarut organik (misalnya eter, benzena, dan kloroform) atau sebaliknya ketidaklarutannya di dalam pelarut air (Hutagalung, 2009).

Tingkat kerusakan lemak sangat bervariasi tergantung pada suhu yang digunakan dan lamanya waktu proses pengolahan. Makin tinggi suhu yang digunakan, maka semakin intens kerusakan lemak (Sundari, Almasyhuril, Lamid, 2015). Kandungan komposisi dari lilin lebah banyak mengandung ester. dapat dilihat pada Tabel 1.

Ester ialah senyawa karbon yang mempunyai gugus ester yaitu $C-O-O-R$. Ester merupakan turunan asam karboksilat yaitu hasil reaksi asam karboksilat dengan alkohol. Ester lilin yaitu mirisil palmitat (Parning, Horale, dan Tipoan, 2006)

Tabel 1 Kandungan lilin Lebah

Kandungan	%
Monoester	35
Diester	14
Triester	3
Hidroksi monoester	4
Hidroksi poliester	8
Asam ester	1
Asam poliester	2
Hidrokarbon	14
Asam bebas	12
Alkohol	1
Lain-lain	6
Total	100

Sumber : Bogdanov (2016)

1. Asam lemak ester

Monoester asam lemak merupakan senyawa yang paling melimpah di lilin lebah dengan alkil jenuh palmitat dan ester alkil tak jenuh asam oleat, *Hydroxymonoesters* adalah alkohol rantai panjang (Efsa, 2007).

2. Hidrokarbon

Terdiri dari rantai n-alkana (C23 - C31) merupakan hidrokarbon dominan dalam lilin lebah dengan heptacosane (C27), nonacosane (C29), hentriacontane (C31), pentacosane (C25) dan tricosane (C23) merupakan kandungan paling melimpah di lilin *Apis mellifera*. Alkena yang paling umum di lilin *Apis mellifera* adalah rantai alkena (C27-C39) (Efsa, 2007).

3. Asam lemak bebas

Asam lemak bebas dalam lilin adalah molekul jenuh tidak bercabang dengan bilangan karbon dari C20 ke C36. Asam tetracosanoic (C24) telah dilaporkan sebagai asam lemak bebas yang paling melimpah di lilin *Apis mellifera* (6%).

4. Alkohol berlemak bebas

Alkohol berlemak bebas dengan C33 (0,3% - 1,8%) (Efsa, 2007)



BAB III

MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai dari tanggal 10 April sampai 25 Juni 2018. Pengujian rendemen, tekstur, daya bakar dan kadar air dilakukan di Laboratorium Fakultas Peternakan Universitas Islam Malang. Pengujian kadar lemak dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

3.2 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sarang lebah dari lebah *Apis mellifera*, sebanyak 1 kg yang diperoleh dari peternakan lebah Kembang Joyo yang berlokasi di Jl Raya Karang No 101, Bonowarih karangploso, Malang. Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah air. Alat yang digunakan adalah kompor, panci berukuran 5 L, gelas ukur, saringan, wadah, batang pengaduk, cetakan lilin, sumbu, termometer.

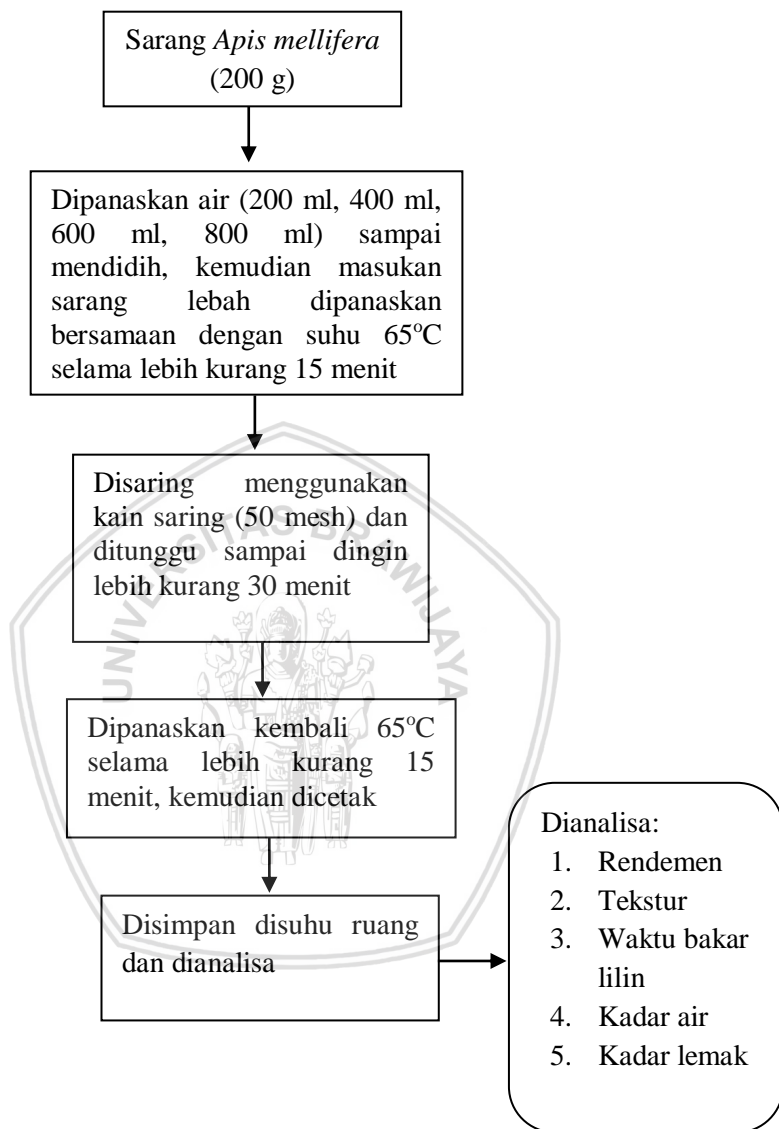
3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan yaitu 4 perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan yang diberikan terdiri dari:

- P1 = Sarang lebah 200 g + Air 200 ml
- P2 = Sarang lebah 200 g + Air 400 ml
- P3 = Sarang lebah 200 g + Air 600 ml
- P4 = Sarang lebah 200 g + Air 800 ml

3.4 Prosedur Penelitian

Sarang lebah *Apis mellifera* disiapkan, sebelum penelitian, dilakukan pra penelitian yang bertujuan untuk mencari metode cara pembuatan lilin lebah. Tahapan pembuatan lilin lebah secara berurutan adalah disiapkan bahan-bahan yang akan digunakan, lilin ditimbang sebanyak 200 gram, disiapkan bahan pencucian berupa air. Dipanaskan bahan pencucian diatas kompor dengan menggunakan panci sampai mendidih. Dimasukkan sarang dan diaduk, ditunggu sampai mendidih ditandai dengan warna kecoklatan, kemudian disaring dan diperas saringan sampai tidak mengeluarkan cairan lagi, biarkan beberapa saat agar lilin dingin. Setelah dingin, lilin akan mengapung dan menjadi padatan, kemudian dipisahkan dengan air. Lilin di panaskan kembali tanpa air. Terbentuklah cairan lilin, kemudian lilin dicetak dan diberi sumbu, didinginkan hingga mengeras untuk memperoleh lilin murni.



Gambar 1. Skema prosedur penelitian

3.5 Variabel Penelitian

Variabel yang diamati pada penelitian adalah rendemen, tekstur dan waktu bakar lilin yang meliputi:

- a. Rendemen, rendemen suatu bahan adalah hasil produk akhir dari proses pengolahan yang dilakukan terhadap bahan. Karena itu rendemen erat hubungannya dengan komposisi bahan hasil olahan, seperti kadar air, kadar lemak (Sylvi, 1997).
- b. Tekstur, tekstur pengujian tekstur dengan kuisioner. Kuisioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab.
- c. Waktu bakar lilin, waktu bakar lilin adalah selang waktu yang ditunjukkan sampai lilin dibakar sampai habis
- d. Kadar air, kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam suatu sampel sebagai persen bahan kering
- e. Kadar lemak

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (*Analysis of variance* / ANOVA) dengan rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila ada perbedaan maka dianalisis lanjut dengan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) (Yitnosumarto, 1990).

3.7 Batasan Istilah

1. Lebah adalah serangga yang hidup secara berkoloni dan membentuk kelompok sosial (Sarwono, 2007).

2. *Apis mellifera* merupakan jenis lebah yang telah dibudidayakan, berasal dari Eropa dan memiliki sifat tidak agresif dan penghasil madu terbanyak (APRIARI Pramuka, 2003).
3. Lilin (*Beeswax*) merupakan salah satu produk hasil ternak lebah pekerja yang berumur 12 hari atau lebih, dihasilkan saat kelenjar lilin lebah pekerja yang terletak diantara segmen ke-4 dan ke-7 pada permukaan bawah abdomen berkembang. Lilin lebah terbentuk tidak seperti memproduksi madu yang mana lebahnya mendatangi bunga melainkan lilin terbentuk dengan cara meminum madu dan memakan tepung sari sebanyak-banyaknya, kemudian madu dan tepung sari diolah didalam kelenjar lebah pekerja yang terletak dibawah abdomen (Sarwono, 2007)
4. Pencucian merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan lilin dan kotorannya (Bogdanov, 2016)



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian pengaruh volume air pencucian terhadap rendemen, tekstur, waktu bakar, kadar air dan kadar lemak lilin lebah (*Apis mellifera*), disajikan pada Tabel 2 berikut.

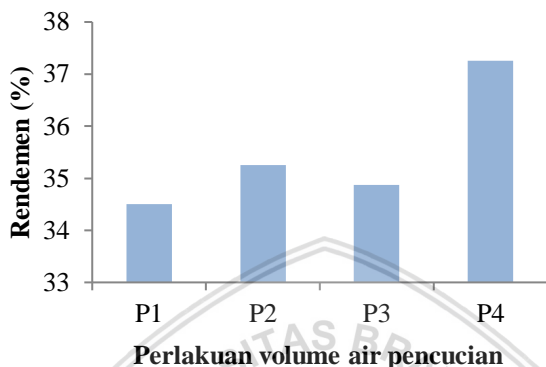
Tabel 1. Pengaruh volume air terhadap rendemen, tekstur, waktu bakar, kadar air dan kadar lemak, lilin lebah (*Apis mellifera*)

Perlakuan	Variabel yang diamati				
	Rendemen (%)	Tekstur	Waktu Bakar (menit/cm ³)	Kadar Air (%)	Kadar Lemak (%)
P1	34,50±3,19	1,90±0,11	6,31±0,18 ^a	47,50±2,89	88,25±1,71
P2	35,25±2,86	1,92±0,15	6,60±0,10 ^a	46,25±2,50	88,50±1,29
P3	34,87±1,49	1,93±0,13	7,10±0,20 ^b	43,75±2,50	87,00±6,00
P4	37,25±2,22	2,00±0,26	7,86±0,08 ^c	42,50±2,89	89,50±0,58

4.1 Pengaruh Volume Air terhadap Rendemen

Hasil penelitian mengenai pengaruh volume air pencucian terhadap rendemen dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 2. menunjukkan bahwa pengaruh volume air pencucian tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap rendemen lilin lebah *Apis mellifera*. Nilai rata-rata rendemen berkisar antara 34,5% – 37,25%. Hasil penelitian pada Tabel 2. menunjukkan bahwa rata-rata rendemen dari nilai tertinggi hingga terendah berturut-turut yaitu P4 (37,25%), P2 (35,25%), P3

(34,87%), dan P1 (34,5 %). Grafik nilai rendemen lilin lebah *Apis mellifera* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 1. Grafik Rendemen lilin lebah *Apis mellifera*

Hasil rata-rata rendemen pada Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin banyak volume air semakin banyak rendemen lilin murni yang didapatkan. Rendemen adalah hasil produk akhir dari proses pengolahan yang dilakukan terhadap bahan. Lilin lebah yang didapatkan dipengaruhi oleh jenis lebah yang digunakan, metode pencucian, sarang yang digunakan, lingkungan dan pakan yang dikonsumsi lebah.

Perbedaan hasil antara P1, P2 dan P4 memiliki nilai peningkatan yang tidak terlalu jauh. Sedangkan terjadi penurunan rendemen dari P2 ke P3 hal ini dikarenakan, pada saat pemurnian, panas yang digunakan terlalu tinggi sehingga mengakibatkan struktur dari lilin rusak, dan lilin menguap. Air yang digunakan akan membantu sarang lebah dalam proses pemisahan lilin dan kotoran. Semakin banyak air yang digunakan, pencucian lilin akan sempurna, lilin yang terbentuk akan semakin bersih. Penggunaan air yang sedikit akan

menghasilkan lilin yang sedikit. Hal ini dikarenakan masih banyak lilin yang belum tercuci, karena media pencuciannya yang digunakan sedikit, sehingga menghasilkan ampas yang masih banyak. Menurut Bogdanov (2016) sarang yang sudah diolah dan menjadi sisa-sisa, masih mengandung lilin lebah murni sebanyak 30%.

Hasil persentase perlakuan lilin lebah yang diolah dengan menggunakan metode air mendidih (pencucian), tidak sesuai dengan literatur. Menurut Yadeta (2014) metode air mendidih menghasilkan lilin sebesar 49,6%. Selama proses pemurnian lilin, suhu pemanasan sangat perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi struktur dan kualitas lilin. Apabila suhu terlalu tinggi akan mengakibatkan lilin menguap.

Faktor lingkungan juga berpengaruh terhadap produksi lilin yang dihasilkan. Curah hujan yang rendah akan mempengaruhi tanaman untuk berbunga dan sumber air yang sedikit sehingga produksi madu yang dihasilkan rendah. Suhu ideal lebah pekerja beraktivitas secara efektif berkisar 10°C hingga 30°C. Lilin lebih banyak diproduksi pada suhu yang meningkat. Suhu dibawah 10°C atau diatas 40°C akan mengganggu aktivitas lebah dan mengurangi pengumpulan madu (Nyunza, 2018). Hal ini dikarenakan untuk memproduksi lilin lebah harus mengkonsumsi madu dan tepung sari sebanyak-banyaknya. Sehingga sedikitnya produksi madu maka akan sedikit juga produksi lilin yang dihasilkan.

Jenis pakan juga mempengaruhi produksi lilin yang dihasilkan. Kurangnya konsumsi pakan yang memiliki tinggi kalori, akan mempengaruhi produksi lilin yang dihasilkan. Menurut (Carillo, *et.al*, 2016) dalam penelitiannya menunjukan bahwa lebah yang banyak menghasilkan produksi

lilin tinggi lebah yang mengkonsumsi pakan yang berkalori tinggi.

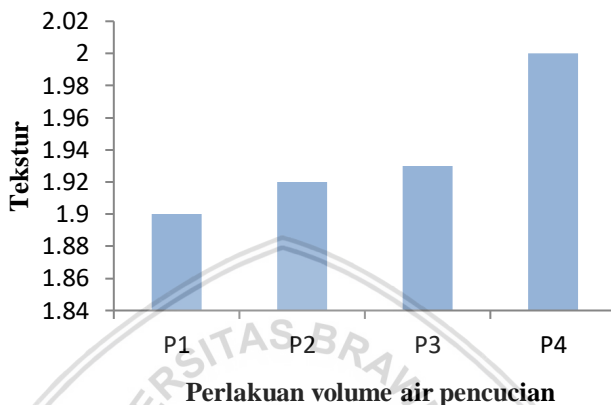
Persentase lilin yang didapatkan juga dipengaruhi oleh jenis sarang lebah yang digunakan. Penelitian ini menggunakan sarang lebah yang sudah dipakai lebih kurang 1 tahun. Sarang yang digunakan pada penelitian ini merupakan sarang yang produksi lilinnya sedikit. Hal ini dikarenakan koloni telah kabur dari sarang atau adanya gangguan dari binatang disekitar pengembalaan, sehingga madu yang diproduksi tidak banyak. Sarang yang belum masanya dipanen sudah dilakukan pemanenan yang disebabkan oleh koloni kabur, sehingga produksi lilin yang dihasilkan sedikit.

Menurut Bogdanov (2016), kualitas lilin yang didapatkan tergantung jenis sarang yang digunakan. Sarang yang sudah lama atau tua harus dibuat terpisah dengan sarang yang baru. Hal ini dikarenakan sarang yang baru memiliki kualitas yang lebih bagus dibandingkan dengan sarang lama. Sarang yang sudah lama atau tua mengandung sedikit lilin dan lebih banyak mengandung protein serta sering diserang oleh ngengat lilin.

4.2 Pengaruh Volume Air terhadap Tekstur

Hasil penelitian mengenai pengaruh volume air pencucian terhadap tekstur dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 3. menunjukkan bahwa pengaruh volume air pencucian tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap tekstur lilin lebah *Apis mellifera*. Nilai rata-rata tekstur berdasarkan skala hedonik yaitu 2. Hasil pengamatan penelitian pada Tabel 2. menunjukkan bahwa rata-rata tekstur dari nilai tertinggi hingga terendah berturut-turut yaitu P4 (2,00), P3 (1,93), P2 (1,92),

dan P1 (1,90). Tekstur salah satu parameter penentuan kualitas lilin.



Gambar 2. Grafik Tekstur lilin lebah *Apis mellifera*

Tekstur adalah nilai raba pada suatu permukaan, baik itu nyata maupun semu. Suatu permukaan mungkin kasar, halus, keras atau lunak, kasar atau licin. Tekstur sama juga dengan karakter nilai raba yang dapat dirasakan secara fisik dan secara imajiner (Gulendra, 2010). Pada pengujian tekstur menggunakan kusioner dapat dilihat pada Lampiran 7. Kusioner ini dibagikan ke 36 panelis. Panelis terdiri dari 6 dosen dan 30 panelis rata-rata berstatus mahasiswa dan karyawan.

Skor penilaian panelis terhadap lilin lebah dimulai dari skala hedonik 1 sampai 5, mulai dari sangat keras sampai sangat lunak. Skor penilaian rata-rata dari semua perlakuan yang dihasilkan lilin adalah skala hedonik 2 yaitu keras. Hal ini sesuai dengan pendapat Wijayanti (2011) bahwa lilin lebah memiliki tekstur yang keras. Selain itu lilin lebah juga

memiliki tekstur lembut, dan sangat akrab dengan lingkungan (Nilotama, 2014).

Lilin lebah ini biasa dikatakan lilin organik karena tidak mengeluarkan asap hitam, aman bagi penderita asma, dan mempunyai kelebihan lain yakni tidak mudah patah serta lebih tahan lama dibandingkan lilin lain ketika dibakar. Lilin ini juga bermanfaat sebagai aroma terapi karena berbau khas dan beraroma tanam-tanaman (Veronika, 2017).

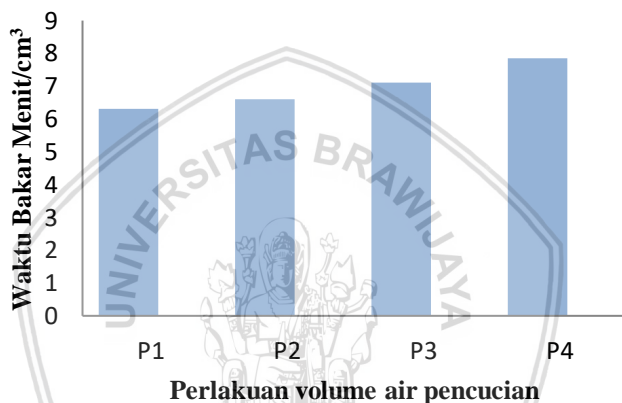
Struktur penyusun lilin lebah ini menyatu, sedangkan penyusun lilin lebah *Trigona sp.* tidak menyatu. Menurut Buchwald *et al* (2007) lebah Apidae lilinnya dibentuk menjadi satu, sehingga sisiran sangat berbobot dan tidak tercamour dengan zat asing. Kekerasan adalah salah satu ciri khas lilin. Lilin yang keras menjadikan lilin semakin baik. Lilin yang keras dikarenakan lilin memiliki kandungan lemak yang tinggi. Menurut Herlina dan Ginting (2002) lemak hewani pada umumnya berbentuk padat pada suhu kamar, karena kebanyakan lemak hewani mengandung asam lemak jenuh.

Kekerasan lilin juga dipengaruhi oleh suhu menurut Warth (1956), suhu yang rendah akan menjaga kekerasan lilin tetap kuat dan sulit meleleh, sedangkan suhu yang tinggi mempengaruhi kekerasan lilin dan lilin pada suhu yang tinggi akan mempermudah lilin untuk meleleh. Dan lilin yang sudah meleleh akan mempengaruhi tekstur dari lilin tersebut.

4.3 Pengaruh Volume Air terhadap Waktu Bakar Lilin

Hasil penelitian mengenai pengaruh volume air pencucian terhadap waktu bakar dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 4. menunjukkan bahwa pengaruh volume air pencucian memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap

waktu bakar lilin lebah *Apis mellifera*. Nilai rata-rata waktu bakar berkisar antara 6,31 menit/cm³ – 7,86 menit/cm³. Hasil penelitian pada Tabel 2. menunjukkan bahwa rata-rata waktu bakar dari nilai tertinggi hingga terendah berturut-turut P4 (7,86 menit/cm³), P3 (7,10 menit/cm³), P2 (6,60 menit/cm³), dan P1 (6,31 menit/cm³). Grafik nilai waktu bakar lilin lebah *Apis mellifera* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 3. Grafik Waktu Bakar lilin lebah *Apis mellifera*

Waktu bakar adalah selang waktu yang ditunjukkan daya tahan lilin dibakar sampai habis dibakar secara bersamaan dengan dimulai hitungan waktu menggunakan Stopwatch (Sandri dkk, 2016). Pada penelitian ini penentuan lamanya waktu bakar lilin adalah sampai api lilin mati. Waktu bakar diperoleh dari selisih antara waktu awal pembakaran dan waktu saat api padam.

Lilin dibakar pada suhu ruang 26°C. Tiap lilin yang dibakar memiliki volume sebesar 18,85 cm³ dan tinggi sumbu 10 cm. Perlakuan diatas dapat dilihat waktu bakar lilin paling

lama pada P4 dan paling sebentar P1. Jarak antara padam nya api setiap perlakuan tidak terlalu jauh hanya berbeda beberapa menit. Faktor yang mempengaruhi waktu bakar lilin adalah komposisi yang terkandung didalam lilinnya. Lamanya waktu lilin terbakar dipengaruhi oleh asam-asam lemak jenuh yang terdapat pada lilin. Umumnya lemak pada hewani mengandung asam lemak jenuh.

Asam-asam lemak jenuh pada suhu kamar berbentuk padat. Waktu bakar yang lama dipengaruhi oleh kepadatan dan kekerasan lilin. Lilin yang padat ketika dibakar tidak cepat meleleh. Panas yang dihasilkan akan sulit menembus struktur lilin yang padat dan keras serta melelehkan lilin (Turnip, 2003).

Kandungan yang terdapat pada lilin lebah yang membuat lilin bisa terbakar adalah hidrokarbon. Menurut Bogdanov (2016) hidrokarbon dalam lilin sebesar 14%. Sebagai bahan baku untuk pembuatan lilin adalah parafin padat, yaitu suatu campuran hidrokarbon padat yang diperoleh dari minyak mineral (bumi). Parafin merupakan suatu hidrokarbon yang bentuknya dapat berupa gas tidak berwarna, cairan putih, atau bentuk padat dengan titik cair rendah (Turnip, 2003).

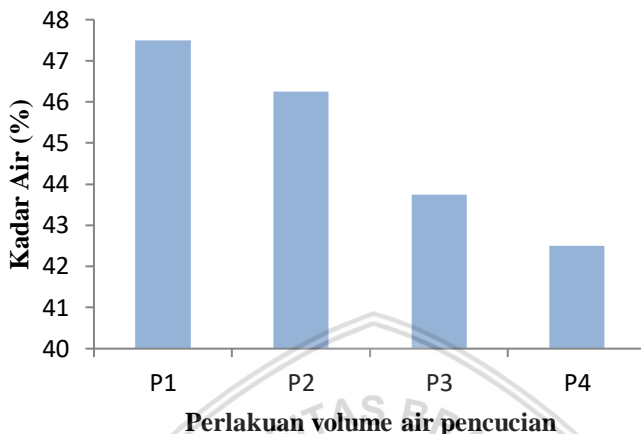
Menurut sandri dkk (2016) pada penelitiannya pengujian lama waktu bakar lilin lebah dan lilin aromaterapi, didapatkan hasil waktu bakar lilin lebah yaitu 126 menit. Waktu bakar lilin terlalu sebentar dipengaruhi oksigen yang ada disekitar ruangan dan sirkulasi udara. Pada saat pembakaran lilin, terdapat 6 jendela dan 1 pintu.

Selain itu yang mempengaruhi waktu lilin dibakar diantaranya letak sumbu apabila letak sumbu terpusat maka lelehan lilin merata dan waktu bakar lilin lama dan wadah lilin

saat pembakaran juga berpengaruh. Semakin lama waktu bakar menunjukkan semakin lama lilin habis terbakar. Semakin lama waktu bakar yang diperlukan maka kualitas lilin semakin baik. Letak sumbu yang lilin yang agak ke tepi disebabkan oleh kondisi lingkungan saat lilin didinginkan. Adanya angin atau gerakan diatas lilin cair yang sedang didinginkan akan menggeser posisi sumbu lilin dari pusat atau tengah cetakan sehingga saat lilin membeku akan terlihat posisi sumbu yang ketepi.

4.4 Pengaruh Volume Air terhadap Kadar Air

Hasil penelitian mengenai pengaruh volume air pencucian terhadap kadar air dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 5. menunjukkan bahwa pengaruh volume air pencucian memberikan pengaruh yang tidak nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar air lilin lebah *Apis mellifera*. Nilai rata-ran kadar air berkisar antara 42,5 % – 47,5 5%. Hasil penelitian pada Tabel 2. menunjukkan bahwa rata-ran kadar air dari nilai tertinggi hingga terendah berturut-turut P1 (47,5 %), P2 (46,25%), P3 (43,75%), dan P4 (42,5%). Grafik nilai kadar air lilin lebah *Apis mellifera* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 4. Grafik Kadar air lilin lebah *Apis mellifera*

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam suatu sampel sebagai persen bahan kering (Pasaribu *et al*, 2014). Kadar air yang didapatkan sangat tinggi, hal ini tidak sesuai dengan literatur. Menurut Bogdanov (2016) kandungan kadar air di dalam lilin lebah $< 1\%$.

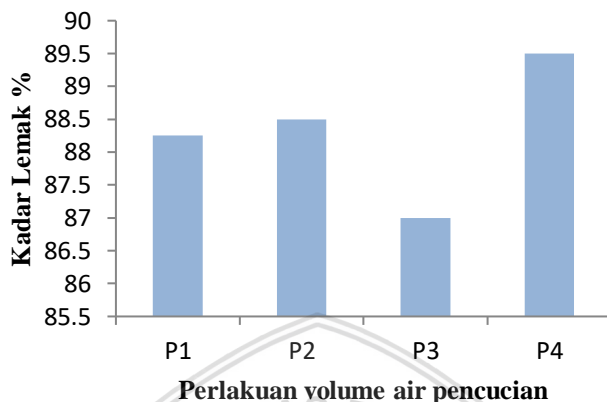
Perlakuan dari P1 sampai P4 dapat dilihat pada Gambar 8. setiap perlakuan mengalami penurunan. Semakin tinggi pemberian volume air maka kadar air yang didapatkan semakin rendah. Tingginya kadar air pada penelitian lilin lebah ini, dikarenakan masih banyak ampas atau sisa sarang yang ikut bersama dengan lilin pada saat pengujian kadar air. Bahan-bahan padat yang terdapat didalam ampas masih banyak mengandung kadar air sehingga persentase kadar air tinggi. Selain itu juga dikarenakan kelembaban relatif udara disekitar. Kelembaban udara disekitarnya tinggi maka terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga kadar air bahan tinggi (Satuhu, 1994).

Kadar air merupakan salah satu penentu kualitas bahan, semakin sedikit kadar air, kualitas semakin bahan semakin bagus. Bakteri dan jamur tidak mudah berkembang jika kandungan air didalam bahan sedikit. Sehingga bahan tidak akan mudah membusuk. Kadar air yang sedikit dapat meningkatkan daya tahan produk dan dapat disimpan lama.

Kadar air yang tinggi disebabkan juga oleh metode pengeringannya. Pada saat lilin setelah dimurnikan, dan dikeringkan tidak terlalu lama. Sehingga ketika lilin dilakukan pengujian kadar air, air yang masih ada permukaan lilin ikut bersama lilin.

4.5 Pengaruh Volume Air terhadap Kadar Lemak

Hasil penelitian mengenai pengaruh volume air pencucian terhadap kadar lemak dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 6. menunjukkan bahwa pengaruh volume air pencucian memberikan pengaruh yang tidak nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar lemak lilin lebah *Apis mellifera*. Nilai rata-rata kadar lemak berkisar antara 87%– 89,5%. Hasil penelitian pada Tabel 2. menunjukkan bahwa rata-rata kadar lemak dari nilai tertinggi hingga terendah berturut-turut P4 (89,5%), P2 (88,5%), P1 (88,25%), dan P3 (87%). Grafik nilai kadar lemak lilin lebah *Apis mellifera* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 5. Grafik Kadar lemak lilin lebah *Apis mellifera*

Kadar lemak mempengaruhi rendemen, semakin tinggi kadar lemak maka akan semakin tinggi rendemen yang dihasilkan. Perbedaan hasil antara P1, P2, dan P4 memiliki nilai peningkatan yang tidak terlalu jauh. Air tidak mempengaruhi kadar lemak didalam lilin. Kandungan terbesar lilin adalah ester karboksilat suku tinggi yang bersifat non polar yang tidak larut air (Parning *et al*, 2006). Pada perlakuan P3 terjadi penurunan persentase, hal ini dikarenakan pada saat pemanasan atau proses rendemen suhu yang digunakan terlalu tinggi sehingga mengakibatkan lemak rusak.

Kandungan di dalam lilin lebah adalah lemak sebanyak 96 %. Lilin lebah mengandung monoester 35%, diester 14%, triester 3%, hidroksi monoester 3%, hidroksi poliester 8%, asam ester 1%, asam poliester 2%, hidrokarbon 14 %, asam bebas 12% (Bogdanov, 2016).

Monoester asam lemak merupakan senyawa yang paling melimpah di lilin lebah dengan alkil jenuh palmitat dan ester

alkil tak jenuh asam oleat. *Hydroxymonoesters* adalah alkohol rantai panjang. Hidrokarbon terdiri dari rantai Alkana dan Alkena. Asam lemak bebas dalam lilin adalah molekul jenuh tidak bercabang. Asam tetracosanoic (C24) telah dilaporkan sebagai asam lemak bebas yang paling melimpah di lilin *Apis mellifera*. Alkohol berlemak bebas dengan C33 (0,3% - 1,8%) (Efsa, 2007).





BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pencucian lilin lebah menggunakan volume air yang berbeda dapat meningkatkan lamanya waktu bakar lilin
2. Perlakuan terbaik yaitu dengan menggunakan lilin lebah 200 g dan pencucian menggunakan volume air sebesar 800 ml

5.2 Saran

Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan pengaruh volume air pencucian terhadap asam lemak lilin dan sebaiknya dilakukan metode lainnya seperti metode kimia dan tenaga listrik.



DAFTAR PUSTAKA

- Agussalim, A. Agus, N. Umami dan I.G.S. Budisatria. 2017. Variasi Jenis Tanaman Pakan Lebah Madu Sumber Nektar Dan Polen Berdasarkan Ketinggian Tempat Di Yogyakarta. *Buletin Peternakan*. 41 (4): 448-460
- Anonim. 2007. Waxes. https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Bees_wax%20Petition.pdf. Diakses 18 Juli 2018 13.00 WIB
- Apriari_Pramuka. 2003. Lebah Madu: Cara Beternak dan Pemanfaatannya. Penebar Swadaya. Depok
- Bogdanov, S. 2016. Beeswax. Hexagon. Switzerland
- Buchwald, R., M.D. Breed and A.R. Agreenberg. 2008. The thermal properties of beeswaxes: unexpected findings. *Journal of Experimental Biology*. 211 : 121-127
- Carillo, M.P., S.M. Kadri, N. Veiga and R.O. Orsi. 2016. Energetic feedings influence beeswax production by *Apis mellifera* L. *Acta Scientiarum honeybee. Universidade Estadual Paulista*.
- Cramp, D. 2008. A Practical Manual Of Beekeeping. Deer Park Productions. Oxford
- EFSA. 2007. Beeswax (E 901) as a glazing agent and as carrier for flavours¹ Scientific Opinion of the Panel on Food additives, Flavourings, Processing aids and Materials in Contact with Food (AFC). (Question No EFSA-Q-2006-021)

- Febriana, S., E. Mahajoeno, Dan S. Listyawati. 2003. Perbandingan Produksi Telur Ratu Lebah (*Apis Mellifera Ligustica*) Antara Perkawinan Alami Dengan Inseminasi Buatan Setelah Dan Tanpa Pemberian Karbon Dioksida. Biosmart. 5 (2): 115-119
- Gulendra. 2010. Pengertian Warna dan Tekstur. <http://repo.isidps.ac.id/143/1/Pengertian/Warna/dan/Tekstur.pdf>. Diakses 18 Juli 2018 19.00 WIB
- Hadisoesilo, S. 2001. Keanekaragaman Spesies Lebah Madu Asli Indonesia. Biodiversitas. 2: 123-128
- Herlina, N. 2002. Lemak dan Minyak. Seminar. Fakultas Teknik Kmia. Universitas sumatera Utara
- Hutagulung, L.E. 2009. Penentuan Kadar lemak dalam Margarin dengan Metode ekstraksi Sokletasi di Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan Medan. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatere Utara
- Kasaai, M.R. 2014. Use of Water Properties in Food Technology: A Global View. International Journal of Food Properties. 17:1034–1054
- MAAREC. 2005. Beeswax. Mid Atlantic Apicultural Research & Extension Consortium
- Mortensen, A.N., D.R. Schmehl and J. Ellis. 2013. European honey bee scientific name: *Apis mellifera* and subspecies Linnaeus (Insecta: Hymenoptera: Apidae). <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/MISC/BEE>

S/euro_honey_bee.htm, Diakses 18 Maret 2017 17.00 WIB

- Nilotama, S.K.L. 2014. Pelatihan Pembuatan Lilin Hias Sebagai Elemen Dekoratif Interior. *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*
- Nyunza, T.G. 2018. Development Full length Research Paper Anthropogenic and climatic factors affecting honey production: The case of selected villages in Manyoni District. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable*. 10 (3): 45-57
- Parning, Horale dan Tipoan, 2006. Kimia dasar. Yudistira. Jawa Timur
- Pasaribu, G., Gusmailina dan R.E. Pangesta. 2016. Kualitas Lilin Aromaterapi dan Sabun Berbahan Minyak *Dryobalanops aromatica*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 34(2): 101-110
- Pramuditya, G dan S.S Yuwono. 2014. Penentuan Atribut Mutu Tekstur Bakso Sebagai Syarat Tambahan Dalam Sni Dan Pengaruh Lama Pemanasan Terhadap Tekstur Bakso. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. 2(4) : 200-209
- Prasetyo, B dan L.M. Jannah. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif: Teori dan Aplikasi. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Riyanti, A. 2008. Analisis Konsentrasi Particulate Matter 10 (PM10) pada Udara dalam Ruang (Studi Kasus: Dapur Rumah Tangga Berbahan Bakar Kayu dan Minyak Tanah). *Tugas Akhir*. Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang

- Sandri, D., Fatimah, E. Adlhani dan L. Erlinda. 2016. Optimasi Penambahan Minyak Atsiri Bunga Kamboja Terhadap Lilin Aromaterapi Dari Lilin Sarang Lebah. *Jurnal Teknologi AgroIndustri*. 3 (1) : 2407-4624
- Sarwono, B. 2007. Lebah Madu. Apromedia pustaka. Jakarta
- Satuhu, S. 1994. Penanganan dan Pengolahan Buah. Penebar Swadaya. Jakarta
- Standar Nasional Indonesia. 2002. Ruang Lingkup. Badan Standarisasi Nasional
- Sylvi, D. 1997. Pengaruh Pemberian Lilin Lebah (*Beewax*) pada Minyak Goreng terhadap Mutu Keripik dari Dua Jenis Kentang (*Solanum tuberosum*). *Prosiding Seminar Teknologi Pangan* 451-457
- Turnip, D.M.S. 2003. Perbedaan Komposisi Bahan Konsentrasi dan Jenis Minyak Atsiri pada Pembuatan Lilin Aromaterapi. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Untoro, N.S., Kusrahayu dan B.E. Setiani. 2012. Kadar Air, Kekenyalan, Kadar Lemak Dan Citarasa Bakso Daging Sapi Dengan Penambahan Ikan Bandeng Presto. *Animal Agriculture Journal*. 1(1) : 567 – 583
- Veronika, N. 2017. Prospek Perkembangan Industri Lilin Lebah Di Kecamatan Gunung Sahilan Kabupaten Kampar . *Jom Fekon*. 4(1): 1059-1072
- Warth, A. 1956. The Chemistry and Technology of Waxes. The Waverley Press. New York

- Wijayanti, C. 2011. Pengaruh Komposisi Ozokerite dan Beeswax sebagai basis terhadap Sifat Fisik dan Stabilitas Sedoan Lipstik dengan Pelembab Minyak Alpukat (*Persea americana* Mill). Fakultas farmasi. Universitas Sanata Dharma
- Yadeta, G.L. 2014. Beeswax production and marketing in Ethiopia: Challenges in value chain. *Agriculture, Forestry and Fisheries*. 3(6): 447-451
- Yitnosumarto, S. 1990. Dasar – Dasar Statistika. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta





LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Rendemen, Tekstur, Waktu Bakar, Kadar Air, dan Kadar Lemak

1. Rendemen suatu bahan adalah hasil produk akhir dari proses pengolahan yang dilakukan terhadap bahan. Rendemen erat hubungannya dengan komposisi bahan hasil olahan, seperti kadar air, kadar lemak (Sylvi, 1997). Rumus untuk menghitung Rendemen adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat hasil olahan}}{\text{berat olahan}} \times 100 \%$$

2. Tekstur adalah nilai raba pada suatu permukaan, baik itu nyata maupun semu. Pengujian tekstur dengan menggunakan kuisisioner. Kuisisioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperngakat pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab. Kuisisioner yang digunakan oleh peneliti sebagai instrumen penelitian, metode yang digunakan adalah dengan kuisiner tertutup. Instrumen kuisisioner harus diukur validitas dan reabilitas datanya sehingga penelitian tersebut menghasilkan data yang valid dan reliable. Instrumen yang valid berarti instrumen tersebut dapat dipergunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur, sedangkan instrumen yang reliable adalah instrumen yang apabila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama akan menghasilkan data yang sama pula. Instrumen yang digunakan untuk mengukur variabel penelitian dengan menggunakan skala hedonik 5

point (Prasetyo dan Jannah, 2006). Jawaban responden berupa pilihan dari lima alternatif yang ada, yaitu :

1. 1 : Sangat keras
2. 2 : Keras
3. 3 : Sedang
4. 4 : Lunak
5. 5 : Sangat lunak

Masing-masing jawaban memiliki nilai sebagai berikut:

1. Sangat keras : 1
2. Keras : 2
3. Sedang : 3
4. Lunak : 4
5. Sangat lunak : 5

Validasi berarti kesucian alat ukur dengan apa yang hendak diukur, artinya alat ukur yang digunakan dalam pengukuran dapat dipergunakan untuk mengukur apa yang hendak diukur. Jadi validitas adalah seberapa jauh alat dapat mengukur hal atau objek yang ingin diukur. reabilitas artinya memiliki sifat yang dapat dipercaya. Suatu alat diukur dikatakan memiliki reabilitas apabila digunakan berkali-kali oleh peneliti yang sama atau oleh peneliti lain akan tetapi memberikan hasil yang sama. Jadi reabilitas adalah seberapa jauh konsistensi alat ukur untuk dapat memberikan hasil yang sama dengan mengukur dalam hal objek yang sama.

3. Waktu bakar lilin, Lilin diukur sama rata dengan tinggi 2,5 cm kemudian diletakkan didalam gelas dan dibakar secara bersama-sama dengan dimulai hitungan waktu menggunakan Stopwacth (Sandri, dkk 2016).

4. Kadar air, sampel ditimbang sebanyak 2 - 5 gram pada cawan petri yang telah diketahui beratnya. Cawan tersebut dimasukkan ke dalam oven selama 3 - 4 jam pada suhu 100 - 105 °C atau sampai beratnya menjadi konstan. Sampel kemudian dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator dan segera ditimbang setelah mencapai suhu kamar. Bahan tersebut dimasukkan kembali ke dalam oven sampai tercapai berat yang konstan (selisih antara penimbangan berturut-turut 0.001 gram). Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat sampel}} \times 100\% . \text{ (Pramuditya dan Yuwono, 2014)}$$

5. Kadar lemak, sampel dihaluskan pakai mortar. Sebelum di oven berat kertas sama kapas di timbang, setelah ditimbang, di masukan kedalam oven dengan suhu 100-105 °C selama 1 jam (B). Kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 meni, setelah itu kertas saring ditimbang. Sampel ditimbang seberat 2-5 gram (A). Kemudian sampel diletakkan di tengah-tengah kertas saring, kemudian kertas saring dilipat dan diikat dengan menggunakan benang. Proses selanjutnya adalah sampel dimasukkan ke dalam alat soxhlet dengan cairan pelarut petroleum eter (500 – 600 ml). Proses ini dilakukan selama 5 jam. Setelah 5 jam, sampel dikeluarkan dari alat dan diangin-anginkan \pm 30 menit di udara terbuka, kemudian di oven \pm 1 jam. Kemudian dilakukan penimbangan (C)

$$\% \text{ Kadar Lemak} = \frac{\text{Berat B} - \text{Berat C}}{\text{Berat A}} \times 100\% \text{ (Untoro, dkk 2012).}$$

Lampiran 2. Perhitungan statistik rendemen lilin lebah (Apis mellifera)

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan	Sd
	1	2	3	4			
1	30	35,5	37,5	35	138	34,5	3,19
2	32,5	37,5	35	36	141	35,25	2,10
3	33,5	37	34,5	34,5	139,5	34,875	1,49
4	38	40	35	36	149	37,25	2,22
Total	134	150	142	139,5	567,5	141,375	6,53

Analisis Ragam :

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij})^2}{(txr)} \\
 &= \frac{(567,5)^2}{(4 \times 4)} \\
 &= 20128,52 \\
 \text{JK}_{\text{Total}} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (30^2 + 35,5^2 + 37,5^2 + \dots + 35^2 + 36^2) - 20128,52 \\
 &= 83,23 \\
 \text{JK}_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r y_{ij})^2}{r} - \text{FK} \\
 &= \left(\frac{138^2 + 139^2 + 139,5^2 + 149^2}{4} \right) - 20128,52 \\
 &= 18,05 \\
 \text{JK}_{\text{galat percobaan}} &= \text{JK}_{\text{total}} - \text{JK}_{\text{perlakuan}} \\
 &= 83,23 - 18,05 \\
 &= 65,19
 \end{aligned}$$

Tabel analisis ragam :

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	18,05	6,0156	1,107383	3,49	5,95
Galat	12	65,19	5,43229			

$F_{hitung\ perlakuan} < F_{0,05}$

Kesimpulan :

Volume air pencucian yang berbeda pada lilin lebah (*Apis mellifera*) memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap rendemen ($P > 0,05$).



Lampiran 3. Perhitungan statistik tekstur lilin lebah (*Apis mellifera*)

Panelis	P0				P1				P2				P3			
	12	21	24	30	22	18	3	8	94	25	49	48	38	36	37	14
1	3	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2
2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	3	2	3	3	1	2	3
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2
4	2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3
5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	1	1	2	1	3	2	3	1	1	1	2	1	1	1	1	3
7	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11	2	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
14	3	3	1	3	4	1	1	2	1	1	1	2	4	4	3	3
15	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	3
16	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2
17	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
19	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
20	2	3	1	1	3	3	3	3	2	3	2	3	1	3	1	2
21	2	1	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
22	2	2	2	1	3	3	3	2	2	2	2	1	3	1	2	3
23	3	3	4	2	4	3	2	3	4	3	4	2	3	2	3	4
24	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	4	2	3	3	4	4
25	2	2	2	2	1	2	3	1	2	2	2	2	1	1	2	2
26	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	3
27	2	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2
28	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2
29	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2
30	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1
31	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
32	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
33	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	3
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

35	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3
36	3	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	3	3	3	4	4
Total	72	71	68	63	76	66	71	64	67	70	76	65	68	65	70	86

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan	Sd
	1	2	3	4			
1	2	1,97	1,89	1,75	7,61	1,90	0,11
2	2,11	1,83	1,97	1,78	7,69	1,92	0,15
3	1,86	1,94	2,11	1,80	7,72	1,93	0,13
4	1,88	1,80	1,94	2,39	8,02	2,0	0,26
Total	7,86	7,55	7,91	7,72	31,05	7,76	0,16

Analisis Ragam :

$$\text{FK} = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij})^2}{(txr)}$$

$$= \frac{(31,05)^2}{(4 \times 4)}$$

$$= 60,278$$

$$\text{JK}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 - \text{FK}$$

$$= (2^2 + 1,97^2 + 1,89^2 + 1,75^2 + \dots + 1,94^2 + 2,39^2) - 60,278$$

$$= 0,38715$$

$$\text{JK}_{\text{perlakuan}} = \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r y_{ij})^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \left(\frac{7,61^2 + 7,69^2 + 7,72^2 + 8,02^2}{4} \right) - 60,278$$

$$= 0,02488$$

$$\text{JK}_{\text{galat percobaan}} = \text{JK}_{\text{total}} - \text{JK}_{\text{perlakuan}}$$

$$= 0,38715 - 0,02488$$

$$= 0,36227$$

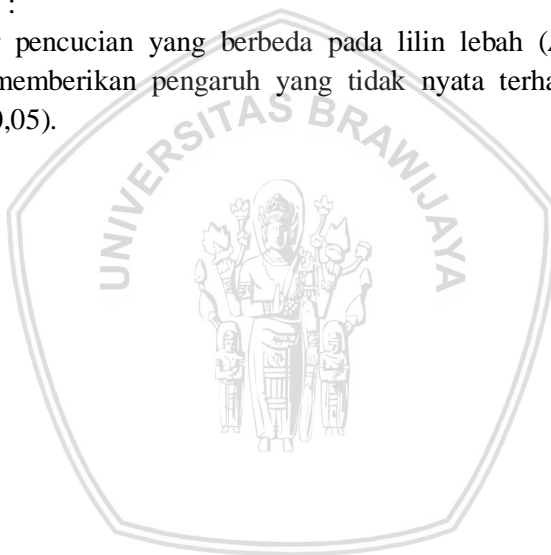
Tabel analisis ragam :

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F 0,05	F 0,01
Perlakuan	3	0,0248	0,0082	0,27476	3,49	5,95
Galat	12	0,36227	0,03019			

$F_{\text{hitung perlakuan}} < F_{0,05}$

Kesimpulan :

Volume air pencucian yang berbeda pada lilin lebah (*Apis mellifera*) memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap tekstur ($P > 0,05$).



Lampiran 4. Perhitungan statistik waktu bakar lilin lebah (*Apis mellifera*)

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi lilin (t)} &= 1,5 \text{ cm} \\
 \text{Diameter lilin (d)} &= 4 \text{ cm} \\
 \text{Jari-jari lilin (r)} &= 2 \text{ cm} \\
 \text{Volume lilin} &= \pi r^2 \times t \\
 &= 22/7 \times (2 \text{ cm})^2 \times 1,5 \text{ cm} \\
 &= 18,85 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan	Sd
	1	2	3	4			
1	6,52	6,10	6,26	6,36	25,24	6,31	0,18
2	6,68	6,68	6,57	6,47	26,41	6,60	0,10
3	7,10	7,16	6,84	7,32	28,42	7,10	0,20
4	7,79	7,90	7,95	7,79	31,44	7,86	0,08
Total	28,10	27,84	27,62	27,94	111,51	7,76	0,20

Analisis Ragam :

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij})^2}{(txr)} \\
 &= \frac{(111,51)^2}{(4 \times 4)} \\
 &= 777,097
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK}_{\text{Total}} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (6,52^2 + 6,10^2 + 6,26^2 + 6,36^2 + \dots + 7,95^2 + 7,79^2) - 777,097 \\
 &= 5,80
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r y_{ij})^2}{r} - \mathbf{FK} \\
 &= \left(\frac{25,24^2 + 26,41^2 + 28,42^2 + 31,44^2}{4} \right) - 777,097 \\
 &= 5,53329 \\
 \mathbf{JK}_{\text{galat percobaan}} &= \mathbf{JK}_{\text{total}} - \mathbf{JK}_{\text{perlakuan}} \\
 &= 5,80 - 5,53329 \\
 &= 0,26
 \end{aligned}$$

Tabel analisis ragam :

SK	DB	JK	KT	FHitung	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	5,53	1,8443	83,976	3,49	5,95
Galat	12	0,26	0,0219			

$$F_{\text{hitung perlakuan}} > F_{0,01}$$

Kesimpulan :

Volume air pencucian yang berbeda pada lilin lebah (*Apis mellifera*) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap tekstur ($P < 0,01$).

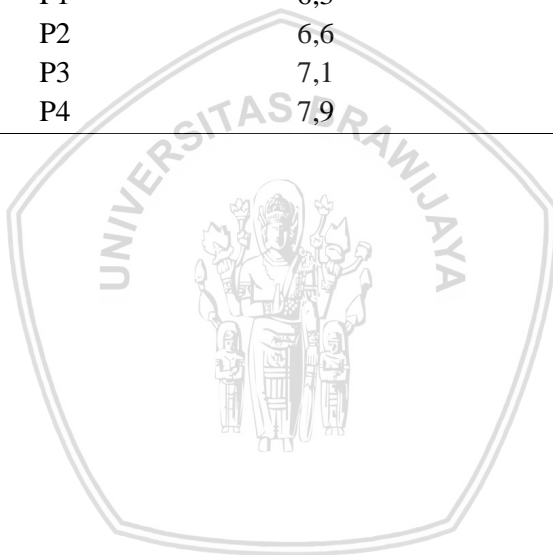
UJI JARAK DUNCAN (JND)

$$\begin{aligned}
 \mathbf{SE} &= \sqrt{\frac{(KT \text{ galat})}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,02196}{4}} \\
 &= 0,0741
 \end{aligned}$$

	2	3	4
JND 1%	4,32	4,504	4,622
JNT 1%	0,32012	0,33375	0,34249

Tabel Uji Duncan

Perlakuan	Rataan	Notasi
P1	6,3	a
P2	6,6	a
P3	7,1	b
P4	7,9	c



Lampiran 5. Perhitungan statistik kadar air lilin lebah (*Apis mellifera*)

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan	Sd
	1	2	3	4			
1	50	45	45	50	190	47,50	2,89
2	45	50	45	45	185	46,25	2,50
3	45	45	45	40	175	43,75	2,50
4	40	40	45	45	170	42,50	2,89
Total	200	200	195	195	720	180	

Analisis Ragam :

$$\begin{aligned}
 \mathbf{FK} &= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{(txr)} \\
 &= \frac{(720)^2}{(4 \times 4)} \\
 &= 32400 \\
 \mathbf{JK}_{\text{Total}} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \mathbf{FK} \\
 &= (50^2 + 45^2 + 45^2 + \dots + 45^2 + 45^2) - 32400 \\
 &= 150 \\
 \mathbf{JK}_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{r} - \mathbf{FK} \\
 &= \left(\frac{190^2 + 185^2 + 175^2 + 170^2}{4} \right) - 32400 \\
 &= 62,5 \\
 \mathbf{JK}_{\text{galat percobaan}} &= \mathbf{JK}_{\text{total}} - \mathbf{JK}_{\text{perlakuan}} \\
 &= 150 - 62,5 \\
 &= 87,50
 \end{aligned}$$

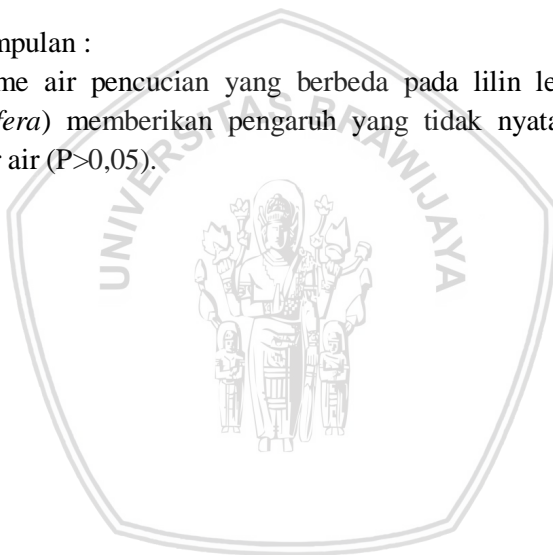
Tabel analisis ragam :

SK	DB	JK	KT	FHitung	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	62,50	20,833	2,8571	3,49	5,95
Galat	12	87,50	7,29167			

Fhitung perlakuan < F0,05

Kesimpulan :

Volume air pencucian yang berbeda pada lilin lebah (*Apis mellifera*) memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap kadar air ($P > 0,05$).



Lampiran 6. Perhitungan statistik kadar lemak lilin lebah (*Apis mellifera*)

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan	Sd
	1	2	3	4			
1	90	89	88	86	353	88,25	1,70
2	88	87	89	90	354	88,5	1,29
3	78	90	90	90	348	87	6
4	90	89	89	90	358	89,5	0,57
Total	346	355	356	356	1413	353,25	

Analisis Ragam :

$$\mathbf{FK} = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{(txr)}$$

$$= \frac{(1413)^2}{(4 \times 4)}$$

$$= 124785,6$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \mathbf{FK}$$

$$= (90^2 + 89^2 + 88^2 + \dots + 89^2 + 90^2) - 124785,6$$

$$= 135,44$$

$$\mathbf{JK}_{\text{perlakuan}} = \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{r} - \mathbf{FK}$$

$$= \left(\frac{353^2 + 354^2 + 348^2 + 358^2}{4} \right) - 124785,6$$

$$= 12,6875$$

$$\mathbf{JK}_{\text{galat percobaan}} = \mathbf{JK}_{\text{total}} - \mathbf{JK}_{\text{perlakuan}}$$

$$= 135,44 - 12,6875$$

$$= 122,75$$

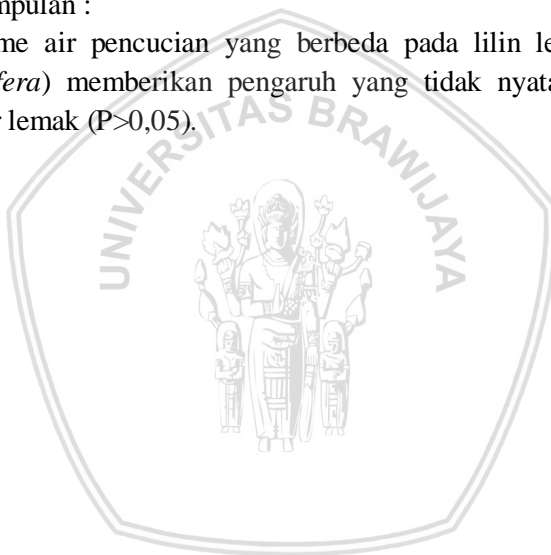
Tabel analisis ragam :

SK	DB	JK	KT	FHitung	F0,05	F 0,01
Perlakuan	3	12,69	4,22	0,413	3,49	5,95
Galat	12	122,75	10,22			

Fhitung perlakuan < F0,05

Kesimpulan :

Volume air pencucian yang berbeda pada lilin lebah (*Apis mellifera*) memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap kadar lemak ($P > 0,05$).



Lampiran 7. Kusioner Tekstur

KUISIONER TEKSTUR PRODUK LILIN LEBAH

Nama :
NIP/NIM :
Universitas :
Semester :
Umur :

Tekstur	Skala hedonik	Kode Produk																							
		12	21	24	30	22	18	03	08	94	25	49	48	38	36	37	14	11	95	74	23	86	07	83	88
Sangat keras	1																								
Keras	2																								
Sedang	3																								
Lunak	4																								
Sangat lunak	5																								

*NB : Beri tanda (v) pada jawaban yang menurut anda paling tepat.

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian



(a)

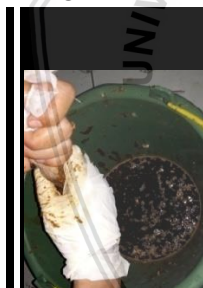


(b)



(c)

1. (a) Sarang lebah. (b) Sarang lebah ditimbang 200 gr. (c) Sarang lebah dicuci



(a)



(b)

2. (a) Sarang lebah disaring. (b) Lilin membeku dan pengukuran suhunya



(a)



(b)



(c)

3. (a) Lilin dimurnikan. (b) Lilin dicetak. (c) Lilin di bakar

